BULLETIN
de l'Institut agronomique et des Stations de Recherches
de Gembloux.

TOME III. N° 4. NOVEMBRE 1934.

Sur le dosage de l'humus soluble dans l'ammoniaque

par R. MEURICE,
Professeur de Chimie analytique.
Directeur de la Station de Chimie et Physique agricoles à Gembloux.
et P. MARTENS,
Assistant à la Station de Chimie et Physique agricoles.

La méthode de dosage de la matière humique par extraction à l'ammoniaque est décrite comme suit par EMERSON (1) :

« Garnir un creuset de Gooch avec un lit d'asbeste ; un disque de papier « filtre couvrant exactement le fond du creuset peut être utilisé au lieu d'as- « beste. Peser 10 gr. de terre séchée à l'air et la placer dans le creuset ainsi « préparé. Placer le creuset sur un entonnoir à succion et, en utilisant un léger « vide, laver son contenu avec de l'acide chlorhydrique à 1 % jusqu'à éli- « mination du calcium.

« Après dissolution du calcium, éliminer l'excès d'acide par de l'eau dis- « tillée ;

« Entraîner le contenu du creuset dans une bouteille de 500 cc en utilisant « 500 cc d'ammoniaque à 4 %. Agiter fréquemment pendant 24 heures, puis « laisser reposer pendant 12 heures. Filtrer la solution surnageante et en éva- « porer 100 cc à sec au bain-marie dans une capsule en platine. Sécher à 100- « 105° jusqu'à poids constant.

« Calciner et peser à nouveau. Calculer la teneur en humus par la différence « de poids entre le résidu sec et le résidu calciné. »

Cette méthode, exécutée de telle façon, comporte pour les sols contenant de l'argile, une cause d'erreur assez notable, due au fait que l'argile en solution colloïdale passant au travers des filtres ordinaires, libère lors de la calcination son eau de constitution, qui dès lors est comptée comme humus. (12)

C'est pourquoi le chimiste s'ingénie à *réduire au minimum* la quantité d'argile entraînée, soit par turbinage (2), par filtration sur filtre Chamberland (3) ou par floculation (4) comme dans la méthode originale de GRANDEAU. (5)

Nous avons remarqué que, si au liquide préalablement centrifugé, et plus ou moins opalescent, nous ajoutions une quantité, variable suivant les échantillons de sol, d'un floculant, il se séparait un précipité floconneux de nature argileuse. Ce précipité recueilli, séché à 100°, donne dans tous les cas une perte à la calcination ; cette perte d'environ 10 % correspond à la teneur en eau de l'argile.

* * *

Le but du présent travail est de montrer qu'en floculant préalablement l'argile, on obtient des résultats plus constants et plus exacts que par le seul turbinage.

Le floculant proposé est le carbonate ammonique qui possède sur les autres floculants l'avantage d'être facilement et totalement éliminé à 100° ; ce qui permet le dosage de l'humus par évaporation au bain-marie ; technique qui ne serait pas possible par l'emploi comme floculant de K^2SO^4 et AmCl, et serait sujette à caution avec KCl.

LES MÉTHODES EMPLOYÉES.

1. MÉTHODE PAR EXTRACTION A L'AMMONIAQUE.

Cette méthode est celle décrite par EMERSON et citée plus haut. Nous l'avons utilisée avec modifications sur les points suivants :

a) Pour une première série de déterminations, la solution ammoniacale, après repos de 24 heures, est soumise au turbinage à raison de 2000 tours par minute pendant 1/4 d'heure. Dans le liquide clair turbiné, on détermine le résidu sec et le résidu calciné ; la différence est l'humus.

b) Pour une seconde série, la solution après repos est additionnée de carbonate ammonique en poudre et agitée fortement. L'addition de carbonate se fait par portions d'environ 1/2 gr. et cesse lorsque l'on s'aperçoit que l'argile commence à s'agglomérer. Après quelques minutes de repos on filtre ; on obtient de la sorte une solution limpide, plus ou moins colorée suivant sa teneur en humus. On prélève 100 cc de cette solution, évapore au bain-marie dans une capsule en platine, en opérant lentement de façon à éviter les mousses provoquées par le départ de l'acide carbonique. On sèche à 100-105° jusqu'à poids constant ; on calcine ensuite et pèse à nouveau : la différence des deux pesées est égale à l'humus.

Remarque. Pour les terres à éléments très fins, il peut être nécessaire de centrifuger afin d'accélérer le dépôt de l'argile.

2. Méthode par dosage du carbone organique (*suivant* Knop, *d'après* Gedroiz [6]).

Les matières organiques du sol sont oxydées par l'acide chromique en présence d'acide sulfurique à chaud. L'appareil employé est celui de Corleiss, décrit dans les traités de chimie analytique.

Le mode opératoire est le suivant : La prise d'essai (variable suivant sa teneur en matières organiques) est mise dans le ballon avec un peu d'eau et traitée par un peu de H^2SO^4 dilué. Dans le cas où le sol contiendrait beaucoup de carbonate (plus de 1 %) et peu de matières organiques, ce qui nécessiterait une forte prise d'essai, il faudrait employer plus d'acide sulfurique et d'autant plus dilué que la teneur en carbonate est grande ; ceci pour éviter la précipitation de sulfate de calcium qui pourrait englober des particules non encore attaquées de carbonate et de matière organique et ainsi diminuer l'élimination du carbone minéral et l'oxydation de l'humus.

Après élimination complète du carbone minéral (provenant des carbonates), on relie à l'appareil deux absorbeurs à potasse et par l'entonnoir du ballon on fait couler assez d'acide sulfurique concentré pour que la solution en contienne environ 50 %, ensuite en ajoute 20 cc d'une solution à 25 % de bichromate de potassium.

Quand la réaction produite touche à sa fin, le ballon est chauffé lentement jusqu'à l'ébullition qu'on maintient de 10 à 15 minutes. On continue ensuite le balayage d'air pendant 1/2 heure pour entraîner tout le CO^2. L'absorbeur est enfin pesé ; son augmentation de poids correspond à CO^2.

Remarque. Si on n'élimine pas préalablement le CO^2 des carbonates, on obtient par pesée des absorbeurs la somme CO^2 minéral plus CO^2 organique provenant de l'oxydation de l'humus. En dosant séparément le CO^2 minéral, on obtiendra par différence le CO^2 organique.

$$CO^2 \times 0{,}273 = \text{Carbone}$$
$$\times 0{,}471 = \text{Humus}$$
$$\text{Carbone} \times 1{,}742 = \text{Humus}$$

3. Méthode par oxydation au permanganate. (*suivant* Rollow ; d'après Gedroiz [6].

Dans un Erlenmeyer de 250 à 300 cc, on met la prise d'essai (0,2 à 2 gr. suivant la teneur en humus); on y ajoute 50 cc d'eau, 50 cc de $KMnO^4$ n/5 et 10 cc d'acide sulfurique à 20 %. Le vase est alors porté dans la vapeur d'un bain-marie bouillant.

Après une heure de chauffage, le vase est retiré du bain-marie, on y ajoute 50 cc de H^2Ox n/5 contenant 25 cc d'acide sulfurique conc. par litre ; on réchauffe jusqu'à complète dissolution des oxydes de manganèse et titre l'acide oxalique en excès par une solution n/5 de $KMnO^4$.

Le nombre de cc de cette dernière titration (qui ne doit jamais dépasser 30 cc) multiplié par **1,036** donne la quantité d'humus en mgr contenue dans la prise d'essai.

Discussion de ces méthodes.

Gedroiz (6) dit qu'il n'y a pas de méthodes pour le dosage direct des matières organiques du sol, mais qu'il y a seulement possibilité de doser un des éléments formant la matière organique. Ainsi les méthodes de détermination du carbone organique sont considérées comme méthodes de dosage de l'humus ; cependant la quantité d'humus trouvée de la sorte s'écarte plus ou moins de la teneur réelle en humus. Pour certains sols, particulièrement les sols tourbeux, la quantité d'humus trouvée est trop grande et dépasse parfois même la perte au feu.

La cause de cette erreur réside dans le fait que le facteur de transformation : Carbone × 1,742 proposé par Wollny, Wolff et Van Bemmelen (7) est calculé pour un humus contenant 58 % de carbone ; alors que suivant Wiley (8) cette teneur en carbone varie de 42 à 72 %.

Les résultats obtenus par la méthode au permanganate ne sont pas les mêmes que ceux obtenus par le dosage du carbone organique. La méthode au permanganate donnant plutôt la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation, ces chiffres peuvent différer notablement suivant que l'humus est plus ou moins dégradé ou encore que la terre contient des matières minérales oxydables. Cette méthode ne donne pas non plus l'humus vrai ; elle donne cependant une idée du degré d'oxydation de la matière organique du sol.

La méthode par extraction à l'ammoniaque fournit des résultats plus faibles, elle ne donne pas la matière organique totale, mais plutôt la matière organique soluble dans les alcalis, ce qu'on a dénommé acides humiques (9) ou suivant Grandeau « matière noire ». (5)

Suivant Oden (10) cette méthode satisfaisante pour le dosage de l'humus dans les sols minéraux ne le serait plus pour les sols tourbeux riches en matières organiques.

LES RÉSULTATS OBTENUS.

Nous avons étudié 35 échantillons de terre provenant de 9 sondages se répartissant comme suit :

5 sondages en terrain limoneux de la région de Gembloux.
1 sondage de terrain sablonneux de Campine.
3 sondages en terrains tropicaux dans la région du Kivu.

Dans tous ces échantillons nous avons déterminé :

A) L'humus par extraction à l'ammoniaque
   a. en centrifugeant le liquide.
   b. en le floculant par le carbonate ammonique.

TABLEAU I

N°	Profondeur	Nature de l'échantillon
1 A	De 0,00 à 0,20 m.	Terre limoneuse de culture (Gembloux).
1 B	0,20 – 0,65 m.	
1 C	0,65 – 1,10 m.	
1 D	1,10 – 1,45 m.	(sable)
1 E	1,45 – 1,60 m.	(sable)
10 A	De 0,00 – 0,25 m.	Terre limoneuse sur schiste. Prairie.
10 B	0,25 – 0,50 m.	(Gembloux)
10 C	0,50 – 0,85 m.	
27 A	De 0,00 – 0,25 m.	Terre limoneuse de culture (Gembloux)
27 B	0,25 – 0,50 m.	
27 C	0,50 – 1,20 m.	
27 D	1,20 – 2,30 m.	
27 E	2,30 – 3,40 m.	
27 F	3,40 – 4,50 m.	
37 A	De 0,00 – 0,25 m.	Terre limoneuse de culture (Gembloux).
37 B	0,25 – 0,50 m.	
37 C	0,50 – 1,00 m.	
37 D	1,00 – 2,00 m.	
64 A	De 0,00 – 0,25 m.	Terre limoneuse en fond humide ; oseraie.
64 B	0,25 – 0,50 m.	(Gembloux).
64 C	0,50 – 0,75 m.	
64 D	0,75 – 1,00 m.	
64 E	1,00 – 1,50 m.	
64 F	1,50 – 2,00 m.	
64 G	2,00 – 2,50 m.	
S1	De 0,00 – 0,15 m.	Prairie sablonneuse (Campine).
S2	0,15 – 0,35 m.	
Co. 155	Horizon A	Argile rouge. (Kivu)
Co. 156	» B	
Co. 157	» C	
Co. 360	Horizon A	Sol latéritique. (Kivu)
Co. 361	» B	
Co. 382	Horizon A	Sol azonal. (Kivu)
Co. 383	» B	

TABLEAU II.

N°	Extraction par AmOH				Humus %		$\frac{c}{m}$	$\frac{c}{b}$
	Humus %		Résidu gr.		Carbone × 1,742 = c	$KMnO_4$ n/5 × 1,036 = m		
	Turbiné (a)	Floculé (b)	Turbiné	Floculé				
1 A	2,12	1,14	0,1424	0,0055	1,65	1,38	1,20	1,44
1 B	1,15	0,31	0,1455	0,0047	0,42	0,42	1,00	1,35
1 C	0,97	0,75	0,1248	0,0025	0,21	0,21	1,00	0,84
1 D	1,20	0,22	0,1346	0,0022	—	0,20	—	—
1 E	0,62	0,15	0,0645	0,0029	—	0,15	—	—
10 A	2,66	1,89	0,1033	0,0070	2,85	2,72	1,04	1,51
10 B	2,08	0,95	0,1326	0,0039	2,07	2,10	0,99	2,18
10 C	1,82	0,37	0,1977	0,0113	0,66	0,57	1,15	1,78
27 A	1,82	1,14	0,0866	0,0052	1,98	1,22	1,62	1,74
27 B	1,95	1,13	0,0937	0,0056	1,48	1,44	1,02	1,31
27 C	1,89	1,05	0,1030	0,0047	1,35	1,36	0,99	1,28
27 D	1,58	0,60	0,1059	0,0043	0,86	0,87	0,99	1,43
27 E	1,50	0,51	0,1241	0,0052	0,68	0,77	0,88	1,33
27 F	1,37	0,39	0,1065	0,0047	0,51	0,56	0,91	1,31
37 A	2,48	0,73	0,1575	0,0039	1,31	1,15	1,14	1,79
37 B	2,16	0,40	0,1945	0,0052	0,44	0,54	0,82	1,10
37 C	1,79	0,30	0,1754	0,0052	0,28	0,44	0,63	0,93
37 D	1,47	0,25	0,1552	0,0051	0,18	0,35	0.52	0,72
64 A	2,83	1,92	0,1032	0,0054	1,98	2,44	0,81	1,00
64 B	2,77	1,03	0,1326	0,0045	1,46	1,25	1,17	1,41
64 C	2,35	1,41	0,1447	0,0039	2,29	1,50	1,50	1,62
64 D	2,06	1,00	0,1257	0,0036	1,41	1,30	1,09	1,41
64 E	1,73	1,03	0,0942	0,0031	1,33	1,22	1,09	1,29
64 F	1,27	0,96	0,0714	0,0049	1,13	1,23	0,92	1,17
64 G	1,65	0,87	0,0441	0,0040	1.23	1,33	0,92	1,41
S1	4,13	—	0,0089	—	6,03	6,48	0,93	1,46
S2	1,18	—	0,0079	—	1,76	2,11	0,83	1,49
Co. 155	6,18	2,70	0,1238	0,0063	5,71	6,32	0,90	1,54
Co. 156	2,64	1,15	0,1815	0,0002	1,62	1,55	1,04	1,40
Co. 157	3,90	1,55	0,3512	0,0027	2,27	2,43	0,93	1,46
Co. 360	8,93	6,63	0,1633	0,0286	11,00	12,23	0,90	1,65
Co. 361	9,22	3,03	0,5327	0,0057	3,28	4,35	0,75	1,08
Co. 382	13,25	11,11	0,2003	0,0653	11,78	15.60	0,75	1,06
Co. 383	10,50	2,60	0,8031	0,0057	2,59	2,85	0,91	1,00

B) L'humus en fonction du carbone organique.

C) L'humus en fonction de l'oxydation par le permanganate.

De plus lors du dosage de l'humus par extraction à l'ammoniaque nous avons déterminé le poids du résidu calciné provenant de 100 cc de la solution ammoniacale.

Afin de pouvoir suivre la variation de la teneur en humus en fonction de la profondeur, nous donnons dans les tableaux suivants :

Tableau I : La nomenclature des échantillons étudiés (p. 309).
Tableau II : Les résultats de l'analyse (p. 310).

De l'examen du tableau II il ressort que la non élimination de l'argile donne lieu à obtention de résultats erronnés par excès.

L'argile extraite des terres des régions tempérées contient suivant Demolon (11) de 10 à 13 % d'eau de constitution ; suivant nos déterminations l'argile extraite des terres tropicales plus riches en hydroxyde de fer nous donne :

N°. Co. 155	H^2O % =	15,85
Co. 361		13,92
Co. 383		14,98

La présence d'argile colloïdale dans la solution provoquant une erreur notable, les chiffres obtenus après floculation de l'argile sont par conséquent plus exacts, ils sont d'ailleurs plus comparables avec les résultats obtenus par les méthodes de dosage du carbone organique et de l'oxydation par le permanganate.

Les courbes se trouvant p. 312 et 313 montrent la variation de la teneur en humus et font ressortir les différences entre les diverses méthodes.

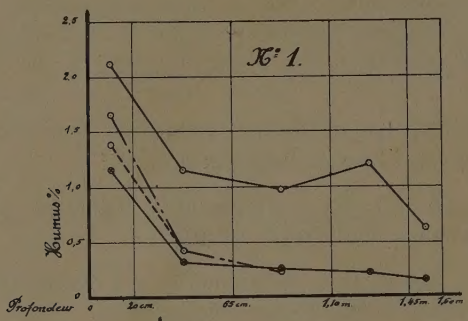
* * *

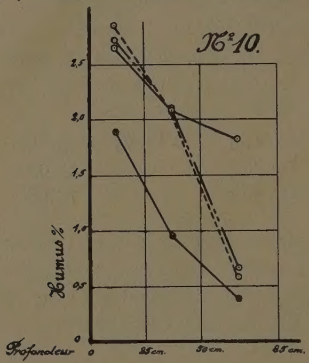
Diverses déterminations faites, soit par le même opérateur, soit par des opérateurs différents, ne donnent pas toujours des résultats concordants suivant la technique décrite par Emerson (1) ; si cette méthode paraît parfois donner des résultats normaux, vu leur concordance, elle se révèle fantaisiste dans certains cas et incorrecte par rapport à la teneur en humus déterminée par dosage du carbone organique.

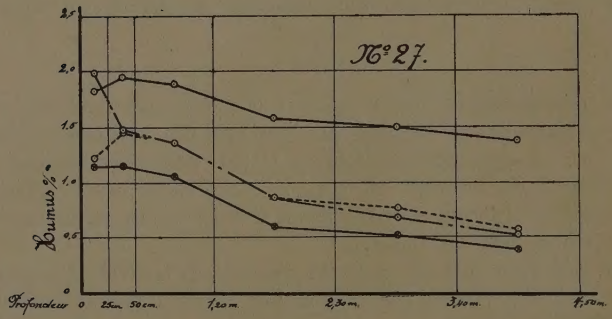
Nous en concluons que des résultats concordants trouvés de la sorte sont dus plutôt au hasard ; ce qui n'arrive pas dans le cas où l'argile a été éliminée de la solution.

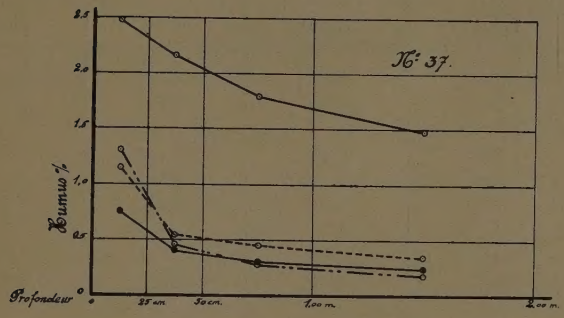
Les deux tableaux suivants donnent les résultats acquis :

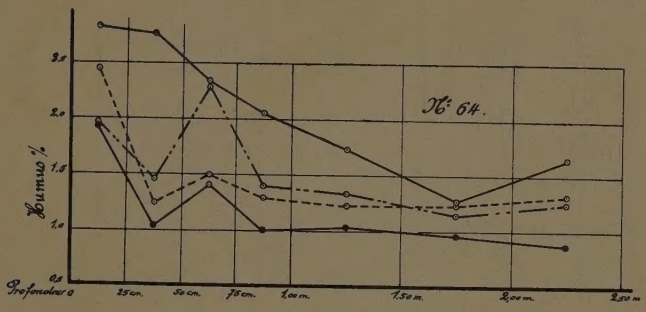
Tableau III : Par détermination en double.
Tableau IV : En comparant l'action du lavage par l'acide chlorhydrique à 1 % et à 5 %.


N° 1.
Humus %
Profondeur
0
20 cm.
65 cm.
1,10 m.
1,45 m.
1,60 m.


N° 10.
Humus %
Profondeur
0
25 cm.
50 cm.
85 cm.


N° 27.
Humus %
Profondeur
0
25 cm.
50 cm.
1,20 m.
2,30 m.
3,40 m.
4,50 m.


N° 37.
Humus %
Profondeur
25 cm.
50 cm.
1,00 m.
2,00 m.


N° 64.
Humus %
Profondeur
25 cm.
50 cm.
75 cm.
1,00 m.
1,50 m.
2,00 m.
2,50 m.

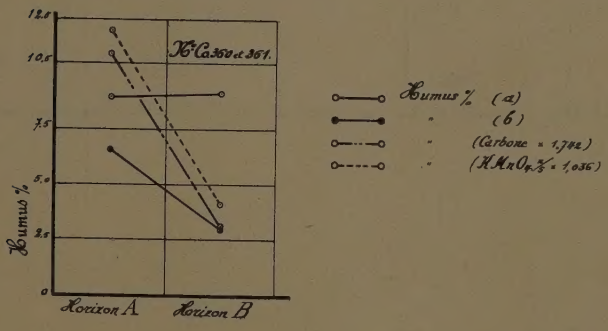

N° Ca 360 et 361.
Humus %
Horizon A
Horizon B
Humus % (a)
(b)
(Carbone × 1,724)
(KMnO4 % × 1,035)

Tableau III.

Numéros	Humus %		Résidu gr.	
	Turbiné	Floculé	Turbiné	Floculé
1 A	2,12	1,14	0,1424	0,0055
	2,26	1,13	0,1489	0,0054
1 B	1,15	0,31	0,1455	0,0047
	1,39	0,37	0,1246	0,0058
	1,23	0,31	0,1222	0,0050
1 C	0,97	0,25	0,1248	0,0025
	0,86	0,20	0,0963	0,0042
10 A	2,96	1,89	0,1051	0,0105
	2,66	1,74	0,1333	0,0070
27 A	1,83	1,14	0,0866	0,0052
	1,62	1,20	0,0619	0,0044
37 A	2,41	0,73	0,1575	0,0039
	1,68	0,74	0,1407	0,0051
	3,72 (*)	—	—	—
37 B	1,47 (*)	—	—	—
	1,52 (*)	—	—	—
	2,16	0,40	0,1945	0,0052
64 A	2,83	1,92	0,1032	0,0054
	4,21 (**)	—	—	—
64 B	2,77	1,03	0,1326	0, 0045
	2,34 (**)	—	—	—

(*) Obtenu par M. A. Hacquart.
(**) Obtenu par M. H. Bastin.

TABLEAU IV.

Numéro	Humus %			
	Après turbinage		Après floculation	
	Emploi de HCl 1 %	Emploi de HCl 5 %	Emploi de HCl 1 %	Emploi de HCl 5 %
10 A	2,66	2,61	1,89	1,81
10 B	2,08	2,13	0,95	1,03
10 C	1,82	1,80	0,37	0,54
64 A	2,83	3,80	1,92	2,06
64 B	2,77	2,02	1,03	0,95
64 C	2,35	2,62	1,41	1,39
64 D	2,06	2,17	1,00	1,10
64 E	1,73	1,65	1,03	1,06
64 F	1,27	1,77	0,96	1,00
64 G	1,65	1,67	0,87	0,86

* * *

Il s'agissait enfin de démontrer que le carbonate ammonique en produisant la floculation de l'argile ne donnait pas lieu à une précipitation notable de matière organique.

Pour étudier ce fait, nous avons utilisé l'oxydation au permanganate suivant la technique de ROLLOW (décrite plus haut) sur le liquide ammoniacal obtenu, d'une part après centrifugation, d'autre part après addition de carbonate ammonique.

Les résultats obtenus, exprimés en humus % d'après le coefficient de ROLLOW (voir plus haut) sont reportés dans le tableau V. (p. 316)

Nous constatons par ce tableau V que seuls les échantillons à haute teneur en matière organique marquent une différence appréciable entre les deux résultats obtenus. A quoi tient cette différence ? C'est ce que nous avons essayé de déterminer.

Pour cela, nous avons choisi trois échantillons riches en matières organiques: les nos 10A, Co 155 et Co 382. Nous les avons traités comme pour y effectuer le dosage de l'humus par extraction à l'ammoniaque, avons prélevé 100 cc du liquide ammoniacal préalablement centrifugé, y ajoutons 2 gr. environ de carbonate ammonique en poudre et agitons. Après quelque repos nous centrifugeons à nouveau ; l'argile floculée se dépose ainsi rapidement ; nous la lavons trois fois par décantation avec une solution à 5 % de carbonate ammonique.

Enfin le résidu est traité par le permanganate suivant la technique de ROLLOW.

Nous obtenions dans les trois cas des résultats positifs, montrant ainsi que le floculat contient des matières oxydables. (*)

TABLEAU V.

Numéro	Humus %		Numéro	Humus %	
	Turb.	Floc.		Turb.	Floc.
1 A	0,72	0,70	64 A	1,28	1,20
1 B	0,19	0,16	64 B	0,63	0,57
1 C	0,11	0,11	64 C	0,85	0,84
1 D	0,11	0,11	64 D	0,70	0,58
1 E	0,07	0,07	64 E	0,57	0,52
			64 F	0,67	0,62
10 A	1,34	1,08	64 G	0,59	0,58
10 B	0,78	0,50			
10 C	0,26	0,23	Co. 155	3,29	2,81
			Co. 156	0,56	0,40
27 A	0,79	0,76	Co. 157	1,10	0,72
27 B	0,79	0,75			
27 C	0,75	0,70	Co. 360	5,90	5,23
27 D	0,53	0,55	Co. 361	3,07	2,22
28 E	0,49	0,45			
27 F	0,37	0,38	Co. 382	9,53	8,81
			Co. 385	2,02	1,27
37 A	0,48	0,48			
37 B	0,23	0,22			
37 C	0,17	0,17			
37 D	0,11	0,11			

CONCLUSIONS.

1. La présence d'argile dans la solution servant au dosage de l'humus par évaporation expose à l'obtention de résultats faux par excès.

2. L'élimination de cette argile s'impose.

3. L'élimination de l'argile par floculation au moyen de carbonate ammonique est complète.

4. L'emploi de carbonate ammonique comme floculant permet le dosage de l'humus soluble dans l'ammoniaque par évaporation au bain-marie.

(*) Il n'est pas impossible que dans une solution riche en matières organiques, le floculat entraîne un peu de ces dernières.

APPENDICE.

Lors de la détermination de l'humus soluble dans l'ammoniaque nous avons effectué le dosage par pesée (tableau II) et l'oxydation par le permanganate n/5. (Tableau V)

En rapportant les résultats en mgr de matière humique oxydés par 1 cc de $KMnO_4$ n/5, nous obtenons les chiffres consignés au tableau VI :

TABLEAU VI.

Numero	Humus mgr.	$KMnO_4$ n/5 cc.	mgr. d'humus oxydés par 1 cc. $KMnO_4$ n/5	Numéro	Humus mgr.	$KMnO_4$ n/5 cc.	mgr. d'humus oxydés par 1 cc. $KMnO_4$ n/5
1 A	22,8	13,5	1,69	64 A	38,8	22,0	1,75
1 B	6,2	3,1	2,00	64 B	20,7	11,1	1,86
1 C	5,0	2,2	2,27	64 C	28,2	16,3	1,73
1 D	4,4	2,1	2,04	64 D	19,9	11,2	1,7[illegible]
1 E	3,0	1,4	2,14	64 E	20,6	10,0	2,06
				64 F	19,2	12,0	1,60
10 A	34,7	20,8	1,67	64 G	17,5	11,3	1,55
10 B	19,0	14,1	1,35				
10 C	7,4	4,5	1,64	S 1	79,7	50,0	1,59
				S 2	23,6	20,4	1,15
27 A	22,7	14,7	1,54				
27 B	22,6	14,7	1,54	Co. 155	71,9	54,4	1,32
27 C	21,1	13,5	1,56	Co. 156	22,4	7,8	2,87
27 D	12,0	11,1	1,08	Co. 175	30,0	14,0	2,14
27 E	10,2	8,7	1,17				
27 F	7,8	7,3	1,07	Co. 360	128,3	101,0	1,27
				Co. 361	57,5	42,8	1,34
37 A	14,5	9,5	1,52				
37 B	8,0	4,2	1,90	Co. 382	225,6	170,0	1,32
37 C	5,9	3,3	1,79	Co. 383	49,6	25,8	1,92
37 D	4,9	2,1	2,30				

VINCENT, HERVIAUX ET GAUDIN (13) opérant sur des solutions de matière humique dans la soude à 0,1 % trouvèrent que 1 cc de $KMnO^4$ n/10 oxydait de 1,34 à 1,75 mgr de matière humique ; ce chiffre varie fortement suivant la nature de cette matière humique.

BIBLIOGRAPHIE

1. Emerson. — *Soil characteristics.* New-York, 1925.
2. Wells, Stevenson and Coover. — *A centrifugal method of the determination of humus.* Iowa Agr. Exp. Sta. Bull. 124 — 1911 cité par Waksman : *Soil Science* XXII-1926-135.
3. Cameron and Breazeale. — *Organic matter in soil and subsoil.* Journ. Am. Chem. Soc. 26-1903-29 cité dans *U. S. Bureau of soil Bull.* 24, page 34.
   Cameron and Breazeale. — *Comparison of the organic matter in different soil types.* Journ. Chem. Soc. 27-1905-256 cité par Waksman.
   Kelley and George. — *A study of humus in Hawai soils.* Hawaii Agr. Exp. Sta. Press. Bull. 33-1912 cité par Waksman.
4. Stoddart. — *Soil ociditi in its relation to lack avaible phosphates.* Journ. Engin. Chem. 1-1909-69 cité par Waksman.
   Fraps and Hammer. — *Studies of the ammonia soluble organic matter of the soil.* Tex. Agr. Exp. Sta. Bul. 155-1910 cité par Waksman.
5. Grandeau. — *Traité d'analyse des matières agricoles.* Paris, 1897.
6. Gedroiz. — *Chemische Bodenanalyse.* Berlin, 1926.
7. Wollny. — *Die Zerzetsung der organischen Stoffe und die Humusbildung mit Rucksicht auf die Bodenkultur.* Heidelberg, 1897.
   Van Bemmelen. — *Die Absorptionverbindungen und das Absorptions-vermogen der Ackerboden.* Land. Vers. Sta. 35-1888-69.
8. Wiley. — *Wiley's Agricultural Analysis,* vol. 1, cité par U. S. Bureau of soil, 1904 Bul 24, p. 37.
9. Dobereiner. — *Zur pneumatischen Chemie.* Jena 1822.
   Sprengel. — *Uber Pflanzenhumus, Humussäure und humussäure Salze.* Kastner's. Ach. Ges. Natur. 8-1826-145, cités par Waksman.
10. Oden. — *Die Huminsäuren.* Kolloïchem. Beihefte, 11-1919-75.
11. Demolon. — *La dynamique du sol.* Paris, 1932.
12. Allway, Files and Pinckney. — *The determination of humus.* Journ. Ind. Engin Chem. 2-1910-317 cité par Waksman.
    Fraps. — *Report on humus.* U. S. Dep. Agr. Bur. Chem. Bul. 152-1922, cité par Waksman.
13. Vincent, Herviaux et Gaudin. — *Recherches sur les matières organiques du sol.* Ann. Sci. Agr. 1930-654.

Bepaling van den in ammoniak oplosbaren humus

door R. Meurice en Martens.

Samenvatting.

De schrijvers vergelijken de methoden van humusbepaling door extractie met ammoniak, door bepaling van de organische koolstof, en door oxydatie met permanganaat.

Zij stellen vast dat de methode door uittrekking met ammoniak, volgens de techniek van Emerson, voor de kleigronden te hooge resultaten geeft.

De fout is te wijten aan klei, die in zwevenden toestand achterblijft in de ammoniakalische vloeistof, en die door gloeien haar constitutiewater verliest, en dit water wordt ten onrechte als organische stof medegerekend.

Om die klei weg te werken stellen de schrijvers voor ammoniumcarbonaat als floculatiemiddel te gebruiken : zoo bekomen zij een min of meer gekleurde klare oplossing, waarin zij de droogrest bepalen door verdamping op het waterbad ; door de aanwezige minerale stof af te trekken bekomen zij den humus of « matière noire » van Grandeau.

De aldus gewijzigde methode geeft bestendiger en nauwkeuriger uitslagen. Deze resultaten kunnen, alhoewel een weinig zwakker zijnde, vergeleken worden bij die van de bepaling van de koolstof . organische koolstof × 1.742.

Ten slotte bewijzen de schrijvers dat door het gebruik van ammoniumcarbonaat geen *opmerkelijke* hoeveelheid organische stof in het neerslag meegevoerd wordt.

Bestimmung des in ammoniak löslichen humus

von R. Meurice und Martens.

Zusammenfassung.

Die Verfasser vergleichen die Methoden der Humusbestimmung durch Extraction mit Ammoniak, durch Bestimmung des organischen Kohlenstoffes, und durch Oxydation mit Permanganat. Sie stellen fest, dasz die Methode durch Ausziehen mit Ammoniak nach der Technik Emersons für die Tonböden zu hohe Resultate gibt.

Der Fehler wird verursacht durch Ton, der schwebend in der ammoniakalischen Flüssigkeit hinterbleibt, und der durch Einäschern das zu seiner Konstitution gehörige Wasser verliert, und dieses Wasser wird mit Unrecht als organische Substanz mitgerechnet.

Um diesen Ton zu eliminieren, schlagen die Verfasser kohlensaures Ammonium als Fällungsmittel vor : so erhalten sie eine mehr oder weniger gefärbte, klare Lösung, worin sie den trocknen Rückstand durch Verdampfung im Wasserbad bestimmen, indem sie die anwesende Mineralsubstanz abziehen, bekommen sie den Humus oder « matière noire » von Grandeau.

Das dergestalt modifizierte Verfahren liefert beständigere und genauere Ergebnisse. Diese Resultate sind zu vergleichen, wenn auch etwas schwächer, mit denen der Kohlenstoffbestimmung : organischer Kohlenstoff × 1.742.

Zuletzt beweisen die Verfasser, dasz durch die Anwendung von Ammoniumkarbonat keine *bemerkenswerte* Menge organischer Substanz in den Niederschlag absorbiert wird.

The determination of ammonia soluble « humus »

by R. Meurice and P. Martens.

Summary.

The writers compare the methods for determining the « humus » content of the soil by extraction with ammonia, by estimation of the organic carboncontent and by oxidation with permanganate.

They establish that the results obtained by extraction with ammonia after Emerson's technique are too high for clayey soils.

The error is due to a certain quantity of clay which remains in suspension in the ammoniacal liquid and, through ignition, loses its constituent water which is unduly reckoned as organic matter.

In order to eliminate that clay, the writers suggest the use of ammonium carbonate as a flocculating agent ; in this way they obtain a more or less coloured limpid solution in which they estimate the dry residuum by evaporation on a water bath ; by substracting the mineral matter content they obtain the « humus » or « matière noire » of Grandeau.

The method thus modified will secure more constant and accurate results. The results are comparable to those obtained by determining the organic carbon content then multiplying by 1.742. Yet, they are slightly lower.

The writers also prove that no important quantity of organic matter is involved in the flocculating process through using ammonium carbonate.

Analyse biologique des rations

par L. LEPOUTRE et J. MARCQ,
Professeurs à l'Institut Agronomique de l'Etat, à Gembloux,
et A. DEVUYST,
Assistant à la chaire de Zootechnie.

On a cru, pendant longtemps, qu'il suffisait, pour établir un régime alimentaire rationnel, de connaître la valeur énergétique de la ration et de prévoir un apport suffisant de matières protéiques. C'était la méthode des unités nutritives. On calculait la valeur nutritive d'un aliment en additionnant le poids des matières digestibles : glucides, protides et lipides ; on multipliait préalablement, le poids des lipides par le coefficient 2,4, considérant que les graisses avaient une valeur calorifique 2,4 fois plus forte que celle des autres principes immédiats.

Si la méthode est applicable à l'alimentation de l'homme, elle conduit à des erreurs fatales dès que la ration comprend beaucoup de matières cellulosiques, ainsi qu'il est de règle dans le régime des herbivores. C'est pourquoi le système de KELLNER, comparant les principes alimentaires et les rations d'après leur valeur productive exprimée en *unités amidon*, fut facilement adopté.

Depuis lors, l'attention fut attirée sur certains rapports assurant l'équilibre alimentaire : rapport entre l'aliment concentré et l'aliment encombrant, rapport adipo-protéique, rapport chaux-acide phosphorique, rapport acides-bases, rapport entre les matières minérales et les graisses, les glucides, rapport facteur B^2 glucides, etc.

Nous limitons notre examen aux données modernes qui peuvent nous aider dans l'interprétation de ce travail.

Et tout d'abord, pour ce qui est des protides, ceux-ci, pensait-on, peuvent se remplacer mutuellement, comme si les albumines constituaient un groupe chimique homogène. Or les acides aminés qui entrent dans leur composition sont loin d'avoir la même importance ; il y a donc lieu de prévoir la présence dans la ration des amino-acides que l'organisme est incapable de reconstituer. Dans les tables de composition des aliments, les documents fournis par l'analyse chimique des protides devraient renseigner le lecteur aux points de vue quantitatif et qualitatif.

La découverte des vitamines et le rôle mieux précisé des éléments minéraux orientèrent définitivement les recherches vers l'aspect qualitatif plutôt que quantitatif du problème de la nutrition.

L'analyse biologique des aliments complétait utilement l'analyse chimique. Elle faisait connaître les « maladies par défaut » et permettait de les combattre avec succès. Au fait, chimiquement parlant, il en résulte que nous sommes impuissants à déclarer que telle ration est parfaitement équilibrée dans telles conditions d'existence. Le contrôle de la croissance, de la productivité, de la santé s'impose.

L'étude analytique des vitamines montre bien que de nombreux troubles pathologiques relèvent de déficiences alimentaires. Et l'on peut conclure que les vitamines sont indispensables au rythme vital, que l'organisme paraît actuellement incapable de faire la synthèse des vitamines, (1) (ce pouvoir étant dévolu au règne végétal) enfin qu'elles agissent à des doses infimes mais indispensables. On connaît aujourd'hui la formule chimique de plusieurs vitamines : A. D, C.

Rappelons brièvement les principales propriétés propres à chaque vitamine :

Vitamine A. — Encore appelée « Vitamine de croissance », est rencontrée principalement dans les carottes, les épinards, les laitues, les tomates, l'huile de foie de morue, le jaune d'œuf, un peu dans le lait, les bananes, les feuilles de chou.

En l'absence de cette vitamine, il y a arrêt de croissance, prédisposition aux infections diverses, dépôt d'urates dans les reins et signes de xérophtalmie, c'est-à-dire, pour parler un langage très simple, inflammation des yeux et des paupières.

Vitamine B. — Il s'agirait ici d'un complexe renfermant en réalité plusieurs vitamines et notamment une vitamine antinévritique, d'équilibre nerveux ; une vitamine d'utilisation cellulaire et de croissance ; un facteur d'utilisation des glucides.

La carence en vitamines B se traduit par des troubles digestifs, nerveux et finalement des paralysies. Les germes de blé renferment assez bien de vitamines B. On en trouve également dans le jaune d'œuf, le chou, la betterave. le haricot, la levure de bière sèche, l'oignon, la chair musculaire.

Vitamine C ou antiscorbutique. — Est abondante dans les végétaux frais, tandis qu'elle a disparu dans les aliments séchés. Les oranges, citrons et tomates, le jus de viande crue, sont riches en vitamine C. En l'absence de cette vitamine, il y a tendance aux hémorragies.

Vitamine D. — C'est la vitamine antirachitique qui provoque la calcifi-

(1) Il semble toutefois qu'il y ait des réserves à faire touchant certaines espèces animales et certaines vitamines. Le rat, par exemple, n'est pas sensible à l'absence de vitamines C, sans doute parce qu'il en fabrique lui-même des réserves.

cation des os, bien entendu si les éléments minéraux sont présents. Elle existe dans l'huile de foie de morue. Les rayons solaires et les aliments irradiés sous la lampe de quartz aux vapeurs de mercure ont une action antirachitique.

Vitamine E. — Son absence entraîne la stérilité. Elle existe dans le beurre, le pain complet, l'avoine germée, etc.

Les autres vitamines nous intéressent moins.

Toutefois, les données acquises au cours d'expériences sur les petits animaux ne sont pas nécessairement applicables à nos grandes espèces animales domestiques, pour le bon motif que les exigences en vitamines diffèrent avec les diverses espèces. Des causes variées interviennent. C'est ainsi, par exemple, que les cobayes font facilement du scorbut, à l'inverse des volailles et du porc. Par contre, la polynévrite (variété de faiblesse des pattes) des poussins survient très facilement par manque du facteur B, tandis que le bétail s'accommode d'une nourriture pauvre en la même vitamine. Le danger de maladie par défaut est plus grand pour l'espèce humaine que pour nos animaux de la ferme, parce que l'homme civilisé s'est écarté de l'alimentation naturelle. Si nous considérons le lait de distribution dans les villes, le lait concentré, les farines lactées, il y aura lieu de compléter, dans l'alimentation des malades et des enfants, par du jus d'orange, de raisin, des sardines, des feuilles vertes (laitue, etc.). Pour les animaux, l'influence destructive de la cuisson est moins souvent en cause (usage courant de fourrages verts, betteraves, etc.).

C'est principalement dans les élevages industriels de poussins et de porcelets que la déficience en vitamines se fait sentir.

Les déficiences en éléments minéraux ont été étudiées plutôt chez les animaux de la ferme. C'est que, de ce côté, les races améliorées sont exigeantes. Mais, à nouveau, l'alimentation naturelle au moyen d'aliments provenant de sols bien traités, donne satisfaction. Néanmoins, dans le cas d'exploitation intensive, comme dans la production du porc avec une nourriture composée surtout de céréales et de produits du commerce, ou dans le cas de séjour sur des pâturages trop pauvres en phosphore, comme on l'observe dans certaines régions de l'Afrique du Sud, des symptômes apparaissent qui trahissent le manque d'éléments minéraux. L'affection a été décrite, en Afrique du Sud, par les Drs Theiler et Green sous le nom d'aphosphorose, caractérisée au début par du pica et, aux stades plus avancés, par des signes de rachitisme ou d'ostéomalacie.

L'aphosphorose est observée chez les bovins et les ovins. La forme de pica ou appétit dépravé la plus communément observée est l'ostéophagie ou ingestion d'os de cadavres trouvés sur les pâturages. Si les animaux ne trouvent pas d'os, ils ingèrent d'autres objets, comme des morceaux de cuir, des sacs, du bois, des pierres, etc. Au printemps, quand l'herbe est verte et succulente, et contient le maximum de sels phosphatés, le pica disparaît. L'administration de farine d'os agit comme remède curatif.

D'après les mêmes auteurs, le manque de phosphore provoque du retard dans le développement corporel. Le diamètre de la poitrine, sa profondeur et

la circonférence du thorax sont plus petits. Ainsi les animaux apparaissent-ils hauts et étroits, les jambes et la tête longues. Si l'on introduit des races étrangères, le « type » change.

Le poids est également moindre chez les sujets manifestant du pica, et des observations ont prouvé que les animaux soumis à un régime de farine d'os mangent plus de foin et l'assimilent mieux que les témoins. La fertilité des vaches recevant une nourriture déficiente en phosphore s'est révélée moindre et de même, le rendement en lait s'en ressent défavorablement.

Si aucun traitement n'intervient, les animaux se cachectisent, sont finalement incapables de se lever et meurent. Souvent on observe des fractures spontanées.

Si nous connaissons déjà un certain nombre d'affections liées à une carence en éléments minéraux ou à un mauvais équilibre de ceux-ci et si nous parvenons à les guérir en traitant la cause, cela ne signifie pas que nous soyons définitivement renseignés à leur sujet. Ainsi, nous devons poursuivre les recherches concernant les exigences des diverses espèces animales vis-à-vis des éléments minéraux et des vitamines.

Il est vraisemblable qu'il existe bien des formes atténuées de maladies par avitaminoses, des formes latentes, frustes ou chroniques, toutes compatibles avec la survie, mais associées à un état général défecteux. Il est de même à supposer que la déficience des rations en d'autres constituants essentiels agit dans le même sens, d'où signes vagues de mauvaise nutrition : manque d'appétit, vitalité diminuée, poil hérissé, paresse au travail, retard dans la croissance, stérilité, et, ce qui est aussi grave, prédisposition aux infections, comme on l'a démontré récemment. Il est opportun d'insister sur ce dernier point.

On savait depuis longtemps que toutes les infections ou intoxications chroniques, qui surviennent chez le jeune animal à la période active de l'ossification, modifient la réaction du contenu intestinal et nuisent spécialement à l'absorption des matières minérales, et que, par réciprocité, les troubles nutritifs réagissent sur la résistance des animaux aux infections. On a vérifié maintenant qu'à la faveur des carences en facteurs A, B, C, D, des microbes saprophytes peuvent récupérer leur virulence. Les microbes du rouget, de la pasteurellose du porc seraient de ce nombre. Ainsi naquit l'opinion qu'il devait être possible de lutter contre certaines épidémies obscures en faisant appel aux vitamines et que de leur intervention pourrait résulter non seulement une protection, mais peut-être une véritable action thérapeutique dans certains états infectieux, au moins chez les jeunes. Partant de l'idée que l'épuisement au cours de la gestation devait être la cause de la grande sensibilité des gestantes aux infections puerpérales, Mellamby et Green établirent les premiers le pouvoir anti-infectieux de la vitamine A dans ces affections. Ces auteurs rapportèrent cinq observations de septicémies puerpérales avec streptocoque dans le sang, pour lesquelles ils avaient obtenu un effet thérapeuthique incontestable en utilisant une préparation contenant une forte

proportion de vitamine A. Des observations subséquentes firent désigner la vitamine A sous le nom de vitamine anti-infectieuse. MARXER, en 1929, frappé des relations étroites qui existent entre le rachitisme et la pneumo-entérite du porc, montrait l'intérêt que l'on pouvait retirer de la vitamine D sous forme de produits irradiés dans le traitement des maladies rouges du porc. Ces notions furent mieux précisées encore par ROSSI, qui constata la disparition de graves diarrhées de porcelets par l'utilisation d'ergosterol irradié et contrôla la valeur curative de ce médicament dans la diarrhée des veaux. Nombre de vétérinaires ont confirmé ces constatations.

Sans doute faut-il admettre que les vitamines modifient le milieu nutritif qu'est l'organisme et agissent ainsi à la façon de milieux de culture, plus ou moins favorables, sur le développement des germes. Bref, on ne peut tenir pour négligeable l'apport que représentent les vitamines dans la lutte contre les maladies microbiennes, à condition de faire appel aux réserves abondantes que représentent certaines vitamines extraites, seules susceptibles de permettre — nous ne disons pas une prévention — mais une médication précise. En matière d'infection, il faudra, dorénavant, moins négliger les réactions respectives des microbes et du milieu, et dans cette action les vitamines interviennent sûrement. La vieille notion du terrain est éclairée d'un jour nouveau par l'interdépendance des vitamines et des infections.

Du point de vue économique, santé et production sont liées. Lorsque la ration est mal équilibrée, il faut plus de kilos d'aliments pour produire le kilo de viande. Par contre, si l'on exagère la quantité d'huile de foie de morue, la production des œufs diminue. Ces deux exemples suffisent à mettre en évidence l'intérêt que présente l'expérimentation, menée sur une grande échelle, pour le choix de rations nettement appropriées et économiques.

En Belgique, nous ne possédons pas de laboratoire officiel pour le dosage biologique des vitamines. Aucun délégué ne fut convoqué à la Conférence Internationale de Londres pour l'étalonnage des vitamines. C'est pourquoi il ne nous paraît pas déplacé de reproduire l'exposé des procédés de dosage biologique des vitamines, tel que les a fait connaître M^me^ RANDOIN, *Directeur du Laboratoire de Physiologie de la nutrition*, à Paris (1),

« Il est un point intéressant dans l'étude des vitamines : c'est la connaissance des produits renfermant les différentes vitamines, c'est la détermination de la richesse relative de ces produits en telle ou telle vitamine.

Pour obtenir à ce sujet des renseignements précis, il importe au préalable, de résoudre, pour chaque substance alimentaire, les questions suivantes :

La substance à étudier renferme-t-elle ou ne renferme-t-elle pas de vitamines ?

Dans l'affirmative, quelles vitamines ?

Et, pour chacune de ces vitamines, en quelle proportion existe t-elle dans la substance considérée ?

(1) *Les origines de l'état actuel de la question des vitamines.* 1931.

Dans l'état actuel de nos connaissances, les méthodes physiologiques d'analyse peuvent seules fournir des réponses exactes. C'est donc à l'organisme animal lui-même, considéré comme réactif, qu'il convient de s'adresser dans tous les cas.

Les méthodes chimiques, qui mettent principalement en jeu des réactions colorées, ne peuvent pour l'instant donner de sérieux résultats, car elles ne sont pas suffisamment spécifiques.

Pour la caractérisation de chacune des vitamines, on expérimente avec un régime-type, un régime-étalon bien connu, ayant été préalablement adapté, d'une manière aussi parfaite que possible, à l'animal-réactif qui doit le consommer.

En ce qui concerne ce réactif, il convient de choisir des espèces animales particulièrement sensibles au défaut de la vitamine à rechercher.

Par exemple : des cobayes, pour le dosage du facteur antiscorbutique, des pigeons et des rats pour le dosage des facteurs B, des jeunes rats pour le dosage du facteur A de croissance et du facteur antirachitique.

Pour chaque essai, les sujets doivent être tous de même âge et de même poids et ils doivent avoir été soumis préalablement à un même régime normal (condition très importante).

Les régimes-types que l'on emploie sont constitués de telle sorte que la vitamine à doser puisse être séparée de tous les autres principes alimentaires lesquels ne doivent pas en contenir la moindre trace. Il est donc nécessaire, le plus souvent, de purifier les principes énergétiques pour les débarrasser de la vitamine en question, et d'employer des matières minérales pures ; d'où il résulte que les régimes d'expérience sont artificiels.

Lorsque ces régimes sont employés par des individus-témoins, adultes ou en voie de croissance, ils sont complets, biochimiquement équilibrés et ils comprennent essentiellement deux parties très inégales.

1° L'une de ces parties est considérable par rapport à l'autre au point de vue du volume et du poids. Elle renferme :

a) L'énergie nécessaire à l'organisme-réactif, c'est à dire *la totalité des substances énergétiques* (purifiées) : albuminoïdes ou protides, graisses ou lipides, matières hydrocarbonées ou glucides.

b) Les « substances élémentaires fondamentales », faible masse, mais d'importance capitale, comprenant en proportions convenables, trois catégories de corps : des *éléments minéraux indispensables*, chaque élément ayant à jouer dans l'organisme un rôle physiologique déterminé ; *des noyaux organiques formant la partie essentielle de certains constituants des produits* (c'est-à-dire de certains acides aminés), chaque noyau indispensable possédant une structure moléculaire que l'organisme est impuissant à réaliser ; *toutes les vitamines à l'exception de la vitamine à rechercher*, ces vitamines représentent également des constructions moléculaires que l'organisme est incapable d'édifier lui-même.

2° La seconde partie, extrêmement minime au point de vue pondéral, comprend la vitamine à rechercher (*ou une substance-étalon* particulièrement riche en cette vitamine), en quantité nécessaire et suffisante.

La *substance-étalon* contenant le facteur à caractériser et à doser doit être bien connue. Il importe de savoir son origine, sa qualité, son mode de préparation, etc. Pendant toute la durée d'une recherche, il est nécessaire d'utiliser constamment la même substance, laquelle a dû être soumise préalablement, à une longue épreuve biologique au cours de laquelle on a déterminé la *dose quotidienne minima* à employer (pour une espèce animale donnée et un régime déterminé). On peut utiliser, par exemple, les substances suivantes :

du jus de citron frais	pour la recherche de la vitamine anti-scorbutique.
de la levure de bière sèche, un extrait de levure de bière ou un extrait de polissures de riz	pour la recherche des vitamines B
de la graisse de beurre frais ou du carotène chimiquement pur	pour la recherche de la vitamine A de croissance.
de l'huile de foie de morue ou de l'ergostérol irradié	pour la recherche de la vitamine antirachitique.

Le mélange de ces deux parties nutritives constitue, nous l'avons dit, un régime absolument complet, bien équilibré, assurant le maintien du poids et de la température s'il s'agit de sujets adultes, une croissance normale s'il s'agit de jeunes individus.

Pour un seul essai, relatif à l'existence possible d'une vitamine déterminée dans un aliment donné, on utilise trois lots d'individus de même âge et de même poids.

I. — Le premier lot d'animaux est soumis au régime artificiel complet, résultant du mélange des deux parties que nous venons de distinguer.

Ces individus-témoins demeurent en parfaite santé et leurs courbes de poids et de température centrale sont absolument normales.

II. — Le second lot est soumis au régime artificiel privé totalement de la vitamine à rechercher, c'est-à-dire qu'il ne reçoit pas la petite partie renfermant cette vitamine.

Au bout d'un certain temps, ces individus présentent les troubles caractérisant l'absence du facteur en question, troubles qui se traduisent, à date à peu près fixe, par divers signes bien connus, notamment par des modifications dans les courbes du poids et de la température centrale, par des accidents typiques, par des lésions anatomiques, que l'on peut observer, en cas de mort, à l'autopsie.

III. — Le troisième lot, enfin, est soumis à ce même régime, complété cette fois par la substance alimentaire introduite à des doses variables.

Un premier essai comparatif peut être fait de cette manière pour savoir si l'aliment considéré renferme ou non de la vitamine, sans aucune préoccupation de mesure, de dosage.

Si les animaux du lot III se comportent exactement comme les animaux du lot II (courbes de poids et de température superposables, éclosion des accidents sensiblement à la même date, examen anatomique donnant lieu aux mêmes observations), c'est que le produit ne renferme pas la vitamine en question.

Si, dans le lot III, les accidents se déclarent plus tard, on peut en conclure que la substance, à la dose employée, renferme un peu de vitamine et il faut recommencer en augmentant plus ou moins la dose d'essai.

Si les animaux du lot III se comportent comme les animaux-témoins, du lot I, c'est-à-dire si l'on observe un parfait état de santé et des courbes normales de poids et de température pendant un temps très long — par exemple quadruple du temps nécessaire à l'éclosion des accidents — cela signifie que le produit renferme *au moins* autant de vitamine que la substance-standard qui sert à compléter le régime artificiel, probablement davantage.

Nous venons de décrire la *méthode* dite *préventive*, toujours préférable à la *méthode* dite *curative*. Lorsque l'on emploie cette dernière, le 3e lot d'animaux ne reçoit tout d'abord que le régime artificiel privé de la vitamine à rechercher ; puis la substance alimentaire à essayer lui est administrée après l'apparition des premiers troubles graves. On note s'il y a ou non guérison et les temps nécessaires pour obtenir cette guérison.

Ayant une première idée sur la richesse en vitamine du produit alimentaire, l'expérimentateur, dans le cas d'un résultat positif, effectue de nouveaux essais avec d'autres quantités de ce produit, en vue cette fois d'un dosage.

Ce dosage se fait toujours en comparant les résultats obtenus, d'une part avec ceux que donnent les animaux soumis au régime complet renfermant la *quantité minima quotidienne de la vitamine à rechercher* (lot I), d'autre part avec les résultats que fournissent les individus soumis au régime *totalement privé de cette même vitamine* (lot II)

On arrive finalement à connaître la quantité minima de l'aliment produisant sur l'animal des mêmes effets préventifs (ou curatifs) que la dose minima quotidienne de substance-étalon employée, et l'on peut alors apprécier la richesse en vitamine du produit soumis à l'analyse biologique.

Evidemment, pour chaque vitamine supposée présente dans cette substance, un travail analogue s'impose. »

Aujourd'hui, on objecte à la méthode courante, que les lots de rats en expérience ne sont pas constitués de sujets suffisamment semblables, de par leur origine, d'où possibilités de réserves en vitamines variables. C'est pourquoi l'idéal est d'utiliser une même nichée que l'on divise en lots. Si possible, on double la nichée et l'on répète l'essai.

N'étant pas pourvus de l'outillage nécessaire pour réaliser un dosage biologique ainsi prévu, et désirant apprécier la valeur de produits commerciaux vitaminisés, nous avons dû nous borner au contrôle sur la nutrition chez des poussins et des porcelets.

ESSAIS SUR POUSSINS.

103 poussins, pour la plupart des coquelets, de race Leghorn blanches, provenant d'une même incubation, âgés de 22 jours, à la date du 4 avril 1934, date de leur achat, servirent aux essais.

Les sujets sont numérotés et répartis en 5 lots.

Le lot *N°* 1 *comprenant* 20 sujets (15 mâles et 5 femelles), reçoit la ration suivante, système « toute pâtée » :

Maïs grossièrement moulu	10
Avoine décortiquée	5
Froment	20
Son	5
Farine de viande (65 % album.)	1,5
Farine de poisson (60 % album.)	1
Poudre de lait battu	3
Levure	1
Pnosphate alimentaire	0,5
Soufre	0,5
Charbon de bois	0,5
Huile de foie de morue	1,5

Cette ration, nous le savons par expérience, donne d'excellents résultats lors d'élevage en liberté ou d'élevage à l'intérieur avec adjonction de verdure.

Plaçons, en regard de l'analyse chimique de cette ration, les besoins théoriques des poussins au cours de la croissance : (1).

Ration		Besoins théoriques au cours de la croissance
H^2O	10,64	
Sur la matière séchée à 100°		
Albumine brute	17,48	19 %
Extractifs non azotés	62,19	55
Matières grasses	7,16	5
Cellulose	4,96	3,5 à 4,5
Cendres	8,20	3,5 à 4
Acide phosph. (P^2O^5)	2,81	0,37
Chaux (CaO)	3,40	0,61

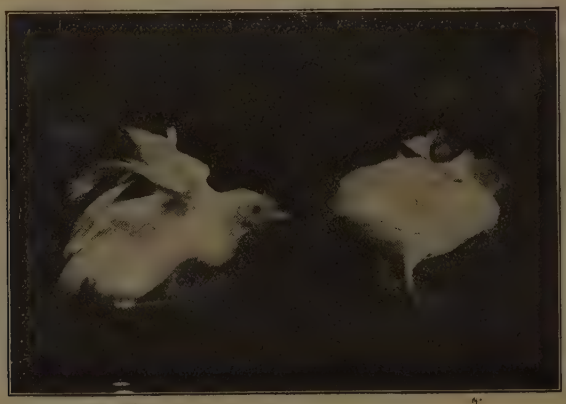
(1) Les analyses chimiques dont il est fait mention dans cette étude ont été effectuées à la station de chimie agricole. Nous remercions M. le Directeur, Professeur MEURICE, et ses collaborateurs pour leur précieux concours

La ration satisfait aux normes généralement admises, tout en exprimant un excès de matières minérales. Le rapport $Ca/P = \frac{1,97}{1}$

Théoriquement, les diverses vitamines sont présentes (son, levure, huile de foie de morue, etc.)

En admettant une consommatoin de 30 grammes du mélange, chaque poussin consomme environ 0,70 de P^2O^5 et 0,85 de CaO par jour.

Après 11 jours de ce régime, un premier sujet présente les symptômes suivants : abattement, démarche hésitante, chancelante, plumes hérissées, position assise fréquente avec tarses déviés en dehors et doigts fléchis, parfois mouvements de bascule et même chute en avant pendant la marche, appétit diminué, arrêt dans le développement, rarement mouvement de harper. — Bientôt les cas se succèdent, si bien qu'au 15 avril, aucun poussin du lot n'est vraiment indemne. L'examen microscopique des déjections permet d'écarter l'hypothèse de parasitisme intestinal.



Symptômes cliniques chez des poussins atteints de faiblesse des pattes.

Des essais de traitement, pendant 8 jours, par administration de vitamines concentrées : B^1, B^2, B^4, C^2, E restèrent sans résultats. Seul, le Vigantol intervint favorablement sur 5 sujets, au même titre que le Gallinol, également sur 5 sujets, et plus rapidement encore l'administration de verdure, dans une éleveuse, à l'extérieur, toujours sur 5 sujets.

De trois sujets malades, auxquels on administre la ration du lot IV (ration à tendance rachitigène + mélange minéral) deux guérissent et le troisième présente une amélioration marquée.

Le traitement au bromure de magnésium sur le N° 37, à raison de 10 ctg,

est resté sans résultat. Popoff avait signalé l'action curative du bromure de magnésium contre le béri-béri.

Le *Lot n° II.* — Comprend également 20 sujets (18 mâles et 2 femelles) recevant la même ration que le lot I avec adjonction de Gallinol.

Voici la composition chimique du produit vitaminisé dénommé « Gallinol », acheté dans le commerce en avril 1934 :

Eau	8,60
Albumine brute	15,32
Extraits non azotés	49,87
Matières grasses	1,60
Cellulose	5,08
Cendres	28,14
Chaux	15,24
Acide phosphorique	5,54

Nous n'avons pas recherché la présence du Fer, Mg, Mn., Iode, renseignés présents dans le produit.

Si nous ajoutons la dose prévue de Gallinol, soit 10 %, l'équilibre de la ration ne s'en transforme pratiquement que du côté des cendres totales, et du rapport Ca/P. Au lieu de 8,20, la quantité de cendres dépasse 10 gr. La quantité de P^2O^5 consommée par sujet devient 0,92 et la quantité de CaO atteint 1,39, soit Ca/P = 2,42 : 1.

Le 26 avril, soit 6 jours après l'apparition des symptômes dans le lot I, trois sujets montrent des signes de faiblesse des pattes. L'un d'eux guérit, les deux autres persistent à boiter légèrement sans cependant prendre la position assise. Il faut signaler ici qu'à partir du 1er mai le « Gallinol » acheté dans le commerce et dont la fabrication remontait à plusieurs mois, a été remplacé par du « Gallinol » nouveau, en paquets numérotés, c'est-à-dire répondant à une date de fabrication.

Le *lot N° III*, comprend 23 poussins (21 mâles et 2 femelles) séjournant tout d'abord sur parquet avec litière de balles d'avoine et de sable. Le 23 avril, ils sont placés sur treillis, l'examen des selles ayant révélé la présence de rares coccidies. A ce moment, apparaissent les premiers symptômes de « faiblesse des pattes » ; les cas se succèdent rapidement (15 malades).

La ration suivante, à tendance rachitigène, leur est servie :

Maïs jaune	70
Froment	17
Farine de viande	12
Poudre de lait battu	10
Sel	1
Carbonate de calcium	1

En voici l'analyse chimique :

Albumine brute	17,33 %
Extractifs non azotés	62,04
Matières grasses	6,83
Cellulose	9,93
Cendres	3,87
Chaux	1,09
Acide phosphorique	1,54

Nous attirons l'attention sur la quantité de matières grasses qui, à elles seules, ne nous autorisent pas à rejeter la présence des vitamines A et D (poudre de lait), ce qui justifie notre expression à tendance rachitigène.

La consommation journalière par sujet est d'environ 0,32 de CaO et 0,46 de P^2O^5, et la rapport Ca/P est 1,13 : 1.

Six malades, traités à l'extérieur, en éleveuse, avec verdure, guérissent et 5 autres guérissent de même, mais plus lentement, par l'adjonction de « Gallinol » à leur ration. 2 témoins continuant à recevoir la ration rachitigène en batterie n'ont pas manifesté d'amélioration. — Le N° 89, traité au Bromure de magnésium ne guérit pas.

Le *lot N° IV*, avec ses 20 sujets, soit 15 mâles et 5 femelles, reçoit, outre la ration de base à tendance rachitigène, le mélange minéral ci-après :

Farines d'os	1,200 kg.
Carbonate de calcium	1,200 kg.
Sel	0,600 kg.

à raison de 150 grammes par jour pour le lot entier.

L'analyse chimique du mélange renseigne :

Cendres	71,92 %
CaO	36,32
P_2O_5	12,12

Chaque sujet consomme en moyenne 1,91 de CaO et 0,98 de P^2O^5. Rapport Ca/P = 3,18 : 1.

Aucun symptôme morbide n'est observé. A l'autopsie des sujets abattus et à la radiographie, nous ne constatons pas les lésions osseuses trouvées chez les malades des autres lots.

Le *Lot N° V*. — A nouveau composé de 20 sujets (16 coquelets et 4 poulettes). Reçoit la même ration de base que celle du lot 4, avec, en plus, du « Gallinol ».

La quantité de CaO consommée par sujet est 0,75 et de P^2O^5 0,58. Le rapport Ca/P est égal à 2,12 : 1.

Deux sujets accusent de la faiblesse des pattes.

Pour ce qui est du contrôle de la croissance chez les sujets de nos différents lots, les données se répartissent globalement comme suit :

Lots	Gains moyens en poids	Gains journaliers
I	466,48 gr.	8,97 gr.
II	600	11,54
III	472,7	9,90
IV	564,35	10,85
V	542,85	10,41

Il y a lieu de comparer spécialement les lots N° I et II, puisque la ration de base est identique. L'avantage est en faveur de la ration avec adjonction de « Gallinol ».

De même, il faut mettre en parallèle les lots III, IV et V. L'avantage est en faveur du lot IV, recevant le mélange minéral renseigné, mais on constate peu de différence avec le lot V, ayant reçu le « Gallinol ».

Dans cette appréciation, il faut évidemment porter en compte l'arrêt du développement chez les malades, et la suppression régulière de certains d'entre eux. C'est pourquoi nous n'avons pas cru intéressant de calculer la standard déviation pour les moyennes constatées.

Les symptômes observés trahissent une « faiblesse des pattes des poussins » ou « leg weakness » des auteurs anglais, affection qui a fait l'objet de nombreux travaux démontrant que l'étiologie n'est pas univoque : dystrophies osseuses, avitaminoses, parasitisme intestinal, etc.

Nous avons la conviction que la variété de « leg weakness » observée dans nos expériences rentre dans le groupe des dystrophies osseuses, et nous en ferons, si possible, une étude séparée, en cherchant à tirer parti de nos radiographies, analyses d'os, coupes histologiques, etc.

L'essentiel, pour le moment, est que nous puissions affirmer l'existence de lésions osseuses chez tous nos malades autopsiés : chapelet chondro-costal, diaphyses facilement séparables des épiphyses, incurvation des os, lesquels sont mous, élastiques, etc.

Quoiqu'il en soit d'ailleurs, qu'il s'agisse de rachitisme, si tant est que l'on puisse fournir actuellement une définition adéquate du rachitisme, ou d'une affection voisine du rachitisme, telles que l'ostéite fibreuse, le perosis, nous en sommes encore réduits à des hypothèses concernant le déterminisme des troubles osseux dans les cas particuliers envisagés. Nous sommes mieux fixés sur le mécanisme général des anomalies de la calcification des os, et nos connaissances actuelles nous permettront d'essayer une interprétation des symptômes présentés par nos malades.

Rappelons, parmi les causes occasionnelles des dystrophies osseuses, le rôle joué notamment par une alimentation déficiente, par sa qualité ou sa quantité, en certains principes indispensables à l'ossification : chaux, phos-

phore en ordre principal, parmi les éléments minéraux, vitamines A et D, tout au moins dans le rachitisme expérimental.

Les résultats expérimentaux enseignent que chez plusieurs espèces animales, tout au moins, l'on peut produire le rachitisme *au sens classique du mot* (nous voulons dire tel qu'on l'a compris jusque dans ces dernières années), par une nourriture déficiente en calcium ou en phosphore ou en les deux éléments en même temps, ou même, quand le taux des deux éléments est suffisant, par une disproportion résultant par exemple de l'existence d'un taux optimum de phosphore avec une augmentation de celui du calcium. Le régime disproportionné est cause du rachitisme expérimental en l'absence seulement de rayons solaires ou de vitamines A et D. Toutefois, plus le rapport Ca/P est défavorable, plus il faudrait de vitamine D et l'inverse semble vrai.

On connaît le rachitisme des bovins de l'Afrique du Sud par aphosphorose, le rachitisme du poulain de gros trait belge, par hyperphosphorose, le rachitisme du rat par rupture du rapport Ca/P, le rachitisme de l'enfant par avitaminose D, etc. Bref, il est généralement accepté que, dans l'étiologie du rachitisme chez les diverses espèces, les facteurs Ca, P, vitamine D jouent un rôle. Toutefois l'importance du rôle assigné à chaque facteur doit varier avec les espèces, avec les régions (sol, climat), avec la nature des substances minérales utilisées par rapport aux autres constituants de la ration, etc. Nous ne sommes pas définitivement fixés à ce sujet et la pathogénie du rachitisme ou, mieux, pour rester dans le cas qui nous occupe, la pathogénie des troubles de la calcification est encore obscure.

Il semble bien que le facteur « éléments minéraux » ait exercé ici le rôle capital dans l'étiologie des troubles observés. Cette opinion est basée sur les considérations suivantes :

A) Le lot III, recevant une ration à tendance rachitigène, comprend un grand nombre de malades. Si nous ajoutons à la ration un mélange minéral bien composé, théoriquement bien équilibré du côté Ca et P (lot IV) aucun symptôme clinique n'apparaît et les sujets témoignent d'un bon développement et de vigueur. Si, au lieu de notre mélange minéral, nous ajoutons du « Gallinol » (lot V) dont l'analyse nous a révélé un bon rapport Ca/P, deux sujets seulement sur 20 sont atteints. Il nous est impossible d'affirmer si le produit a agi à la fois par sa teneur en éléments minéraux et la présence de la vitamine D ou par les éléments minéraux seuls.

B) Le lot N° I comprend tous sujets malades. — Dans le lot N° II, recevant la même ration + Gallinol, trois poussins montrent la « faiblesse des pattes » ; l'un d'eux se rétablit, les deux autres persistent à boiter légèrement, sans plus prendre la position assise et ont été vendus, avec d'autres, pour la consommation. A nouveau, il n'est pas possible de répondre à la question : « le Gallinol a-t-il agi à la fois par sa teneur en éléments minéraux et la vitamine D ? » Certes, théoriquement, la ration « toute pâtée » contient suffisamment de vitamines A, B, C, D mais on peut toujours nous objecter que nos produits :

huile de foie de morue, levure, n'ont pas été éprouvés biologiquement. Nous sommes cependant autorisés à répondre que la richesse en vitamines de la ration N° I est au moins égale à celle de la ration N° III, laquelle, avec addition de mélange minéral, n'a déterminé aucun trouble.

Faute de matériel suffisant, nous n'avons pu prévoir la constitution d'un lot VI, qui aurait reçu la ration du lot 1 plus le mélange minéral.

Au fait, il n'eût pas été davantage permis de conclure, par comparaison à l'action éventuelle du « Gallinol » par ses sels minéraux ou par sa vitamine D. Rappelons toutefois que des 3 malades du lot 1, soumis à un changement de régime, c'est-à-dire recevant la ration du lot IV, deux ont pratiquement guéri et un s'est amélioré comme nous l'avons dit plus haut.

C) Du point de vue thérapeutique, 5 sujets malades du lot N° III, traités au « Gallinol » ont été guéris. — Cinq sujets malades du lot N° 1, traités au « Vigantol » ont été guéris. — Cinq sujets malades du lot N° 1, traités à la verdure dans une éleveuse, à l'extérieur, ont été guéris, et ce, très rapidement.

D) Nous pouvons écarter les diagnostics d'hypervitaminose, d'avitaminoses aiguës, simples, dues à la déficience en A ou B ou C ou E ou d'insuffisance de matières minérales.

Nous écartons de même l'avitaminose D pure et simple, par suite du comportement des lots III et IV. En effet, il a suffi d'ajouter notre mélange minéral à la ration du lot III pour supprimer tout accident. Le seul facteur bien connu que nous puissions mettre nettement en cause, nos rations donnant satisfaction touchant les équilibres alimentaires connus, est le rapport Ca/P. Il voisine l'optimum dans notre mélange minéral et dans le « Gallinol » et s'en écarte le plus dans la ration propre au lot III. Nous serions donc tentés de rapporter les troubles observés à un mauvais équilibre entre le calcium et le phosphore. On connaît l'importance de cet équilibre dans le déterminisme du rachitisme expérimental d'origine alimentaire et on sait que, moins bien cet équilibre est réalisé, plus il faut y pallier par l'apport de vitamines D et, inversément, mieux l'équilibre est réalisé, moins il faut de vitamines D.

Nous signalerons, à ce sujet, les conclusions d'un travail de Hart, Scott et Kline (1), confirmant celles de Setke et ses collaborateurs :

1° Le rapport optimum Ca/P dans le rationnement des poussins, visant à la fois la croissance et la calcification du squelette, oscille entre 1 : 0,50 et 1 : 0.25. Ceci en présence de vitamine D et avec un pourcentage de Calcium dans la ration variant de 0,61 à 1,13 % et avec 0,30 % de phosphore.

2° En présence d'une ration renfermant une quantité minimum de vitamine D, la meilleure calcification et la croissance la plus rapide sont obtenues avec un rapport Ca/P de 1 : 0.26 à 1 : 0,30, la ration contenant 2,49 à 2,71 % de calcium et 0,66 à 0,83 % de phosphore. Le rapport Ca/P oscille dans des limites plus étroites quand la quantité de vitamine est réduite. En outre, les

(1) *Poultry Science*, July 1, 1930.

taux de calcium et de phosphore dans la ration doivent être plus élevés dans le cas de réduction en quantité de la vitamine D, afin de se rapprocher des degrés de croissance et de calcification assurés par un apport élevé de vitamine D.

On sait également que la nature du mélange minéral n'est pas indifférente vis-à-vis de n'importe quelle ration de base. Toutefois, nos connaissances sur ce dernier point sont encore fragmentaires et ne nous permettent pas de conclure autrement qu'en rejetant les troubles observés sur un déséquilibre connu (Ca/P) ou inconnu du côté des matières minérales quant à leurs constituants ou vis-à-vis d'autres éléments de la ration (glucides, etc.) ou vis-à-vis de la vitamine D ou d'autres vitamines.

ESSAIS SUR PORCELETS.

Seize sujets furent utilisés : dix achetés dans deux fermes du voisinage et six appartenant à une même nichée provenant de la Ferme de l'Institut. Les animaux furent numérotés par tatouage et pesés avant, pendant et à la fin des expériences.

Les mélanges alimentaires furent préparés sur place et distribués au moyen de trémies automatiques. De la bonne eau de boisson fut toujours à la disposition des animaux.

Nous pensions pouvoir calculer, aussi exactement que possible, la quantité d'aliments consommés afin d'établir des coefficients comparatifs de rendement. Malheureusement les pertes par gaspillage dans les débuts, furent telles que nous renonçons à donner des chiffres.

Notre premier achat de porcelets, toutes femelles, eut lieu le 30 janvier 1934. Il comportait six sujets nés le 13 décembre 1933 dans une même ferme (N^{os} 24, 25, 27, 28, 29, 30) et quatre nés le 10 décembre 1933 dans une autre ferme (N^{os} 31, 32, 33, 34). Tous ces porcelets présentaient les caractères de la race indigène améliorée et formaient un ensemble suffisamment homogène. Nous dûmes toutefois constater ultérieurement que deux de ces sujets évoluaient vers le « type à graisse ».

A la date du 27 février 1934 nous avons complété notre premier achat par la reprise, à la Ferme de l'Institut, de 6 porcelets (quatre castrats et deux femelles) appartenant à une même nichée (N^{os} 1, 2, 3, 5, 6, 7) nés le 7 janvier 1934.

Le plan expérimental était le suivant :

Trois lots de porcelets devaient recevoir une ration de base à tendance rachitigène. Les remarques que nous avons faites plus haut touchant la composition de cette ration, quant à sa teneur éventuelle en vitamines A et D sont en place ici. Cette ration était composée de farine de maïs jaune, de farine d'orge, de lait battu desséché.

Un premier lot, comportant quatre sujets, recevait la ration de base additionnée de Provendine (Lot I : N^{os} 28, 27, 25, 29).

Une deuxième lot de quatre porcelets recevait la ration de base avec adjonction d'un mélange minéral (Lot II : N^{os} 31, 32, 33, 34).

Un troisième lot, formé de deux sujets, était nourri avec la ration de base seulement (Lot III : N^os^ 24, 30).

Deux autres lots allaient recevoir une ration normale, celle préconisée par le Service belge de l'Élevage. Cette ration était composée de farine d'orge, de remoulage, de farine de maïs jaune, de farine de poisson blanc.

Un lot, formé de trois porcelets, était nourri au moyen de cette ration normale additionnée de Provendine (Lot IV : N^os^ 1, 3, 6).

Un dernier lot de trois sujets aussi, recevait la ration normale avec addition du mélange minéral. (Lot V : N^os^ 2, 5, 7).

Nous avions pour but de tâcher de dégager l'action de la Provendine de celle d'un mélange minéral approprié dans le cas d'une ration à tendance rachitigène, et cette même action dans le cas d'une ration normale.

Voici comment les sujets se sont comportés dans chaque lot :

Lot I : La ration de base utilisée était la suivante : Farine de maïs jaune : 40 ; Farine d'orge : 40 ; lait battu desséché : 16 ; phosphate de chaux : 2, carbonate de chaux (craie moulue) : 2. — Cette ration fut distribuée jusqu'au 3 mars, soit pendant 30 jours. Afin de pouvoir mieux observer les effets du mélange minéral vis-à-vis de la Provendine nous avons supprimé les sels de chaux dès le 3 mars. Nous avons modifié, de ce fait, le rapport Ca /P ; comme l'indiquent les chiffres suivants :

A. — *Teneur en CaO et P_2O_5 de la ration de base comprenant des sels de chaux*

CaO : 2,73 %
P_2O_5 : 1,83 %

B. — *Teneur en* CaO *et* P^2O^5 *de la ration de base après suppression des sels minéraux* (ration B)

Sur la matière sèche : Cendres : 3,21 %
CaO : 0,65 %
P^2O^5 : 0,90 %

Voici, d'ailleurs, la composition chimique de cette ration.

Eau	14,36 %
Sur la matière sèche :	
Matières grasses	2,46 %
Cellulose	3,39
Albumine brute	13,87
Extractif non azoté	77,07
Lactose	10,12
Cendres	3,21
CaO	0,65
P^2O^5	0,90

Les animaux constituant le lot 1 reçoivent cette ration de base à tendance rachitigène, plus un supplément de Provendine. Cette spécialité alimentaire a été achetée dans le commerce et distribuée en forçant un peu les doses recommandées dans le « mode d'emploi » indiqué par le fabricant.

Voici la composition chimique de la *ration expérimentale* donnée aux quatre sujets du lot 1, soit donc *Ration de base plus Provendine.*

Eau	14,13

Sur la matière sèche :

Cendres	4,09	%
CaO	1,08	
P^2O^5	1,15	
Matières grasses	2,84	
Cellulose	3,94	
Albumine brute	14,20	
Extractif non azoté	74,93	
Lactose	10,09	

Les diverses pesées, faites dans des conditions identiques, ont donné les résultats suivants :

Numéros	DATES									Augmentation de poids	Accroissement (poids vif) % du poid vif initial	Accroissement journalier
	31/1/34	8/2/34	21/2/34	2/3/34	17/3/34	31/3/34	17/4/34	4/5/34	24/5/34			
28	11,750	12.200	15.250	18.200	23.250	26.400	32.800	37.500	45.000	33.250	282.9	0.289
27	10.700	11,100	15	17.400	21,100	25	32	35.700	42.500	31.800	297	0.276
25	11,500	12.650	15.900	19,400	23.900	29	37	39	48.500	37	321,7	0,321
29	12	14.500	15.600	20	26.300		32.800	34.500	53.500	41.500	345.8	0.360

L'accroissement *moyen du lot,* pour 100 kg. du poids vif initial ressort à 311.8.

L'accroissement *moyen* journalier du lot donne 0 kg. 3115.

Lot II. — Les quatre sujets femelles composant ce lot reçurent la ration B plus un mélange minéral composé, à parties égales, de poudre d'os et de carbonate de chaux (donné sous forme de craie moulue) à la dose de deux cuillerées à soupe par tête et par jour.

La composition chimique de ce mélange alimentaire était :

Eau	14,22

Sur la matière sèche :

Cendres	7,11 %
CaO	2,75
P^2O^5	1,47
Matières grasses	3,26
Cellulose	3,16
Albumine brute	13,62
Extractif non azoté	72,85
Lactose	10,61

En réalité, nous ne pouvions guère envisager les données fournies par ce lot II en raison d'accidents pathologiques étrangers à l'expérience. — Dès le 12 mars, en effet, le N° 31 accusait un arrêt très marqué dans son développement. Le 14, nous relevons une température de 40,5°, de la dyspnée, de la toux et de la diarrhée. L'animal est isolé et traité ; la mort survient le 18 mars. Le bulletin d'autopsie, transmis par le Laboratoire de l'Inspection vétérinaire de l'État, renseigne : Gastro-entérite hémorragique. Nous ne trouvons pas de germes spécifiques, mais nous avons trouvé, dans l'intestin grêle, une grande quantité de vers (trichocéphales).

Le N° 33, porteur également de vers, maigrit ; nous l'avons sorti du lot et soigné à part. Nous avons pu le guérir et poursuivre son engraissement en lui donnant la ration normale, c'est à dire celle qui sera utilisée pour les lots IV et V.

Le n° 34 s'est comporté de façon irrégulière jusqu'au moment où la ration normale dut lui être servie.

Seul le n° 32 a reçu la ration propre au lot II jusqu'au 24 mai, soit donc pendant 110 jours.

Si nous arrêtons son poids à cette date, nous voyons que la bête a réalisé une augmentation de 70,250 kg. pour un poids initial de 16,250 kg., soit une augmentation de 432,3 pour 100 kg. du poids initial et une augmentation moyenne journalière de 0,610 kg. Ses compagnons n^{os} 33 et 34 avaient fait, à la date du 24 mai, mais dans les conditions anormales précitées, 323,3 et 200 pour 100 Kg. du poid vif initial ; 0,375 et 0,221 comme acroissement moyen journalier.

Il faut signaler que le N° 32 représentait le type du « porc à graisse » : animal court, à garrot large, poitrine arrondie, etc.

Lot III. — Ce lot ne comportait, contrairement aux autres, que deux sujets qui devaient en quelque sorte servir de « témoins ». La ration, à tendance rachitigène, soit donc la ration B dont nous avons indiqué la composition plus haut, était donnée seule.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus :

Numéros	DATES DES PESÉES									Augmentation de poids	Accroissement % du poids vif initial	Accroissement journalier
	31/1/34	8/2/34	21/2/34	2/3/34	17/3/34	31/3/34	17/4/34	4/5/34	24/5/34			
24	13.600	15.100	19.500	22.200	27.500	32.500	35.300	41	35	31.400	230.8	0.273
30	13.600	15.350	10.200	23.600	30.400	35.900	39	42	17	33.400	246.5	0.290

L'accroissement *moyen* du lot pour 100 kg. de poids vif initial ressort à 238.1.

L'accroissement *moyen journalier* du lot est de 0.2815 kg.

Lot IV. — A été constitué par trois sujets, un castrat et deux femelles ; ce sont des croisés « Indigène amélioré » × « Grand Yorkshire ». La mère doit être considérée comme étant une laitière moyenne, si bien que l'état général des jeunes, au début de l'expérience, n'est rien moins que satisfaisant.

Ils reçoivent la ration normale ainsi composée : farine d'orge, 50 ; remoulage, 20 ; farine de maïs, 15 ; farine de poisson blanc, 15 avec adjonction de Provendine aux doses un peu supérieures à celles recommandées par le fabricant.

Voici la composition de la ration totale :

Eau	14,17	
Sur la matière sèche :		
Cendres	6,42	%
CaO	2,30	
P^2O^5	1,22	
Matières grasses	3,40	
Cellulose	4,23	
Albumine brute	19,00	
Extractif non azoté	66,95	
Lactose	1,43	

Les résultats obtenus sont :

Numéros	DATES DES PESÉES						Augmentation de poids	Accroissement par 100 de poids vif initial	Accroissement moyen journalier
	2/3/34	17/3/34	31/3/34	17/4/34	4/5/34	23/5/34			
1	11	14,500	20,100	33,700	42	56.500	45.500	413,6	0,535
3	10	13.400	18.700	28.500	36.500	50	40	400	0.470
6	7.700	11,500	16.900	25	33.500	45	37.30	488.4	0.438

L'accroissement *moyen du lot*, pour 100 kg. de poids vif initial ressort à 432,5.

L'accroissement *moyen journalier* du lot est de 0,481 kg.

Lot V. — Il comprend trois castrats issus de la même nichée que les sujets du lot IV. Les animaux reçoivent la même ration de base que ceux du lot précédent ; mais nous avons remplacé la Provendine par un mélange minéral composé de poudre d'os et de carbonate de chaux, le même que celui distribué au lot II et aux mêmes doses.

Voici les résultats obtenus :

Numéros	DATES DES PESÉES						Augmentation de poids	Accroissement % du poids vif initial	Accroissement moyen journalier
	2/3/34	17/3/34	31/3/34	17/4/34	4/5/34	24/5/34			
2	12.500	17.700	26.500	37. 500	43.000	57.500	45.000	360.0	0.529
5	8.700	11.200	14.700	21.300	26.000	38.000	29.300	336.7	0.344
7	10.700	16.800	24.400	35.500	47.000	62.000	51.300	479.2	0.603

L'accroisement *moyen du lot*, pour 100 kg. de poids vif initial, ressort à 392.
L'accroissement *moyen journalier* du lot est de 0,492 kg.

L'efficacité de l'emploi de la Provendine contre le « mal des pattes », chez le porc, ayant été prouvée par plusieurs expérimentateurs, dans divers pays, nous n'avons pas cru devoir répéter ce thème expérimental qui relève d'ailleurs plus spécialement du domaine de la thérapeutique.

Nos essais ont plutôt visé l'étude de la Provendine en tant que condiment. Les résultats que nous présentons ne reposent que sur des pesées.

Dans aucun des lots : lot III (ration à tendance rachitigène), lot I (idem + Provendine), lot II (idem + mélange minéral) nous n'avons observé de *symptômes cliniques* pouvant faire croire à une avitaminose ou à des troubles de l'ossification. Comme c'était à prévoir, et voulu d'ailleurs, en suivant le développement des animaux nous pouvions parfaitement nous rendre compte que la ration de base utilisée n'offrait pas toutes les qualités physiologiques requises. L'examen du bulletin d'analyse chimique de cette ration prouvait bien qu'il devait en être ainsi.

En comparant les résultats des pesées des lots III et I nous voyons que le lot I accuse un accroissement journalier moyen de 0,3115 kg. contre 0.2815 kg. pour le lot III. L'accroissement total de poids, rapporté à 100 du poids vif initial, est de 311,8 pour le lot 1 contre 238.1 pour le lot III.

Pour le lot II nous n'avons qu'un seul sujet qui se soit comporté normalement, c'est le N° 32 ; des trois autres, un est mort et deux ont été malades au cours de la période d'essai. Encore s'agissait-il d'un porc type « à graisse » de sorte qu'aucune comparaison n'est permise.

En comparant les résultats des pesées des lots IV (ration normale + Provendine) et V (ration normale + mélange minéral) nous notons un accroissement moyen journalier de 0,481 kg. contre 0.492 kg. L'accroissement total

de poids, rapporté à 100 du poids vif initial est de 432,5 contre 392. Cela témoigne un léger avantage en faveur de la ration pourvue de Provendine. Si l'on s'en tient toutefois aux exigences de la méthode expérimentale, les avantages constatés ici en faveur de la Provendine sont d'un ordre de grandeur telle qu'ils n'autorisent pas une conclusion formelle.

Nous devons toutefois ajouter que la radiographie des os métarcapiens d'un sujet ayant reçu la ration à tendance rachitigène seule (lot III) comportait une interprétation moins favorable que celle des mêmes os d'un sujet ayant reçu la même ration avec Provendine.

CONCLUSIONS.

Pratiquement, on peut obtenir avec une alimentation naturelle, d'excellents résultats sans que l'addition de produits spéciaux vitaminés permette d'accroître sensiblement les rendements. Les aliments naturels, provenant de sols bien traités, renfermant suffisamment de vitamines pour satisfaire les besoins de l'organisme.

Il n'en est pas moins vrai qu'au cours de certaines périodes *normales* (gestation, croissance) ou *critiques* de l'existence (fin de la période d'hiver, etc.) ou aussi dans la pratique de l'élevage et de l'engraissement industriels, surtout chez certaines espèces animales (porc, volailles), des régimes peuvent être insuffisamment vitaminés, et, de ce fait, ne pas donner leur plein rendement nutritif. Nous sommes d'accord avec d'autres expérimentateurs pour reconnaître que, dans ces cas bien définis, l'usage de produits vitaminés est susceptible de procurer certains avantages : tels la suppressoin d'arrêt dans la croissance, une résistance plus grande aux infections. Alors, les dépenses ainsi engagées ont toutes chances d'être récupérées ?

Disons donc que l'éleveur averti tirera déjà profit des conseils suivants :

a) Ne pas soustraire les animaux à la lumière solaire, laquelle a des effets semblables à ceux de la vitamine D et peut-être d'autres vitamines ;

b) Bien se pénétrer de la haute valeur biologique des aliments verts et des fourrages ensilés ;

c) Savoir qu'un bon équilibre minéral de la ration est aussi important que la présence de la vitamine D. Les exigences en cette vitamine sont d'autant moindres que les besoins de l'organisme sont mieux assurés en calcium et en phosphore, tant au point de vue quantitatif que qualitatif.

d) Pratiquer une fumure minérale rationnelle du sol, parce que la composition de celui-ci retentit puissamment sur celle du fourrage.

Biologische Ontleding der rantsoenen

door L. Lepoutre, J. Marcq en A. Devuyst.

Samenvatting.

Met het doel de biologische waarde van verschillende rantsoenen en van gevitaminiseerde handelsproducten nauwkeuring te bepalen, hebben de schrijvers proeven op kuikentjes en biggetjes gedaan.

De belangwekkendste waarnemingen werden gedaan op 103 kuikentjes, in 5 loten verdeeld.

Kenteekens van « leg-weakness » of zwakte in de pooten werden vastgesteld bij het meerendeel der dieren van de loten I en III, bij enkele dieren der loten II en V. Geen enkel kuikentje van het lot IV werd aangetast.

Proeven van behandeling met de vitaminen B_1, B_2, B_4, C_1, E, bleven zonder uitslag. Alleen het *Vigantol* werkte krachtdadig, evenals trouwens het *Gallinol* en het toedienen van groen in de open lucht.

Het was niet mogelijk te bevestigen, dat het *Gallinol* door zijn vitaminen dan wel door zijn minerale, overigens in behoorlijke verhouding gemengde componenten gewerkt had. De wijze, waarop het lot IV zich gedragen heeft, laat toe te besluiten tot een duidelijken invloed van het Ca en P in een verhouding, die 3/1 nabijkomt.

Biologische Analyse der Rationen

von L. Lepoutre, J. Marcq und A. Devuyst,

Zusammenfassung.

Zu dem zweck den biologischen Wert verschiedener Rationen und vitaminisierter Handelsprodukte genau zu bestimmen, haven die Verfasser ihre Versuche an Küchlein und Ferkeln ausgeführt.

Die interessantesten Beobachtungen bezogen sich auf 103, in 5 Partien verteilten, Küchlein.

Symptome von « leg-weakness » oder Schwäche in den Beinen wurden festgestellt bei den meister Tieren der Partien I und III, bei einigen Tieren der Partien II und V. Kein einziges Küchlein aus der Partie IV wurde von der Krankheit angegriffen.

Behandlungsversuche mit den Vitaminen B_1, B_2, B_4, C_1, E, blieben erfolglas. Nur das *Vigantol* zeigte sich sehr wirksam, gleichwie übrigens das *Gallinol* und das Füttern mit grünen Pflanzen im Freien.

Es war nicht möglich zu versichern, dasz das *Gallinol* entweder durch seine Vitamine oder durch seine mineralen, übrigens gut äquilibrierten Komponenten gewirkt hätte. Aus den Betragen der Partie IV kann man schlieszen auf einen deutlichen Einflusz des Ca und P in einen 3/1 nahekommenden Verhältnis.

Byological analysis of rations

by L. Lepoutre, J. Marcq and A. Devuyst.

Summary.

With the view of determining the biological value of various rations and commercial food stuffs containig vitamins, the authors have conducted tests on chickens and young pigs.

The most interesting observations were obtained with 103 chickens divided into 5 groups.

Symptoms of leg-weakness were shown by the greatest part of the birds in groups I and III, and by a few birds in groups II and V. No bird was affected in group IV.

Treatment with vitamins B_1, B_2, B_4, C_1 and E gave no results. *Vigantol* proved efficacious in the same way as did *Gallinol* and also administration of *green fodder* out of doors.

It was not possible to ascertain whether the action of *Gallinol* was due to its vitamins or to its mineral constituents which are well proportioned.

The conditions of group IV show a marked influence of *Ca* and *P* in a ratio approaching 3 : 1.

Contribution à l'étude de la fermentation lactique

par E. PIRAUX,
Assistant à la Station Laitière de l'Etat à Gembloux.

Pour les ferments lactiques de laiterie, le milieu de culture d'élection est le lait. Bien des chercheurs ont essayé de substituer au lait un milieu artificiel : le grand obstacle auquel ils se sont heurtés, a toujours été la difficulté de remplacer les matières azotées du lait, par d'autres matières azotées qui puissent répondre entièrement aux exigences des ferments.

Pour ce qui est des besoins en matières hydrocarbonées, le lactose suffit dans la généralité des cas. Le lactose n'est nécessaire, en tenant compte du facteur de rendement, variable avec les espèces et avec les conditions de culture, qu'à concurrence de la quantité correspondant à l'acide lactique formé avec cette restriction que d'autres matières hydrocarbonées, et que les matières azotées elles-mêmes, comme l'a constaté KAYSER (1), peuvent donner naissance à l'acide lactique : la présence dans le milieu en fermentation d'excédents plus ou moins notables de lactose ne semble pas agir d'une façon fort sensible sur l'allure de la fermentation, comme l'a montré ORLA-JENSEN (2),

Les matières minérales exercent qualitativement, et quantitativement une action beaucoup plus marquée. Les travaux de ces dernières années, ceux de VIRTANEN, WICHMANN et LINDSTROEM (3), notamment, ont mis particulièrement en lumière le rôle de phosphates, agissant à la fois comme éléments nutritifs, et comme substances-tampons. Cette notion du pouvoir-tampon, si féconde en biologie, est venue infirmer ou remettre en question, comme l'a déjà fait remarquer VAN DAM (4) bien des conclusions d'essais effectués jadis, tels ceux D'ORLA-JENSEN (5) sur l'influence de diverses matières albuminoïdes sur la fermentation lactique, tels ceux de KAYSER (1), sur l'action résultant de la présence dans le milieu en fermentation, de quantités croissantes de peptone.

A la lumière des acquisitions de la science biochimique actuelle, nous avons repris l'étude de l'influence des matières albuminoïdes sur la fermentation lactique, en envisageant successivement :

1) L'influence quantitative des matières azotées sur la fermentation lactique ;

2) L'action qualitative des matières azotées sur cette même fermentation.

Un exposé succinct de cette étude a fait l'objet d'un rapport au Congrès International de Laiterie qui s'est tenu à Rome cette année.

I. INFLUENCE QUANTITATIVE DES MATIÈRES AZOTÉES, SUR LA FERMENTATION LACTIQUE

Tous les chercheurs qui se sont occupés de la question, Hueppe (6), Kayser (1), Orla-Jensen(5), entre autres, ayant reconnu que c'est à l'état de peptones, que les matières azotées exercent l'action la plus favorable sur la fermentation lactique, nous avons, pour le moment, borné nos essais quantitatifs à la peptone.

A cette fin, nous avons préparé des séries de milieux de culture comportant des doses croissantes de peptone allant de 1 à 10 gr. et même à 20 gr. par litre dans certains cas, et comportant toutes 20 gr. de lactose par litre, et les mêmes éléments minéraux (ou hydrocarbonés), soit par litre :

Milieu A.		Milieu B.	
K_2HPO_4	20 gr.	Acide citrique	15 gr.
NaCl	1 gr.	K_2HPO_4	3 gr.
$MgSO_4$	0,5 gr.	NaCl	1 gr.
$CaHPO_4$	0,5 gr.	$MgSO_4$	0,5 gr.
		$CaHPO_4$	0,5 gr.

Les divers milieux étaient ajustés au pH 6,7 par addition de soude ou d'acide phosphorique.

Nous disposions ainsi de milieux de culture à pouvoir-tampon sensiblement supérieur à celui du lait, et les différences de pouvoir-tampon entre les extrêmes des séries comportant, d'une part, 10 gr., et, d'autre part, 1 gr. de peptone par litre, étaient assez minimes en comparaison du pouvoir-tampon total du milieu de culture, dû surtout aux doses massives de phosphates ou de citrates qui s'y rencontraient. En effet, d'après Clark (7), 10 cc. de solution de peptone à 10 gr. par litre, demandent seulement 0,75 cc. d'acide lactique 0,1 n. pour être portés à un pH de 4,5. Donc, pour atteindre le même pH ($\pm$ 4,5), des solutions à 10 gr. de peptone par litre ne demanderaient qu'environ 0,6 gr. d'acide lactique par litre, de plus que des solutions à 1 gr. de peptone par litre, différence dont nous tiendrons compte dans l'interprétation des résultats.

Dans chacune des 2 espèces de milieux nutritifs, nous avons ensemencé 4 ferments différents : trois « Streptococcus lactis », et une thermobactérie E.

Les milieux de culture avaient été répartis dans des Erlenmeyer de 200 cc. à raison de 100 cc. par fiole, et stérilisés à 110° pendant 20 minutes.

L'ensemencement a été opéré à l'aide d'une culture en lait âgée de 24 heures, à raison de 0,5 cc. de semence par ballon. Les trois premiers ferments ont été cultivés à 25° C, le ferment E, à 36-37° C.

Les variations d'acidité ont été suivies, après les mêmes intervalles de temps pour les divers ferments, par des titrations à l'aide de NaOH 0,1 n, en présence de phénolphtaléine. Les résultats obtenus ont été consignés dans le tableau 1, et quelques-uns de ces résultats ont été synthétisés dans les divers diagrammes ci-joints, où l'augmentation d'acidité a été exprimée en gr. d'acide lactique par litre, des distillations en présence d'acide phosphorique n'ayant décelé que des quantités insignifiantes d'acides volatils.

TABLEAU I.

Acide lactique produit en gr. par litre.

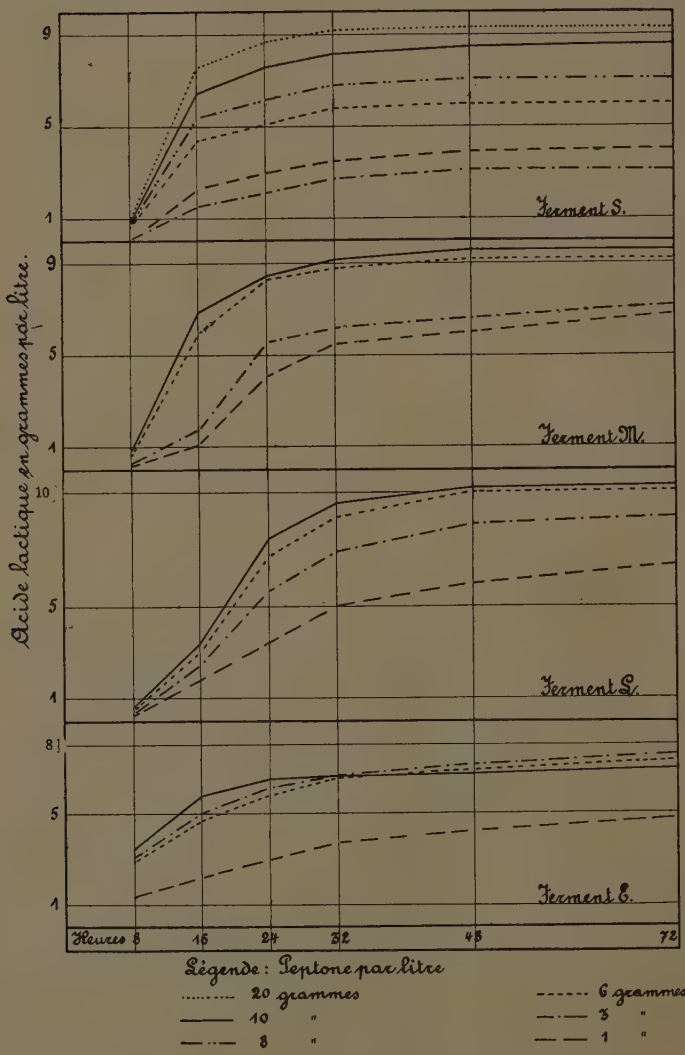
Ferment S.

Peptone en gr. par litre	Milieu A							Milieu B						
	8 h	16 h	24 h.	32 h	48 h	72 h	7 j.	8 h	16 h	24 h	32 h	48 h	72 h	7 j.
20 gr.	0,9	7,6	8,7	9,2	9,3	9,3	9,3	0,8	8,1	8,8	9,3	9,5	9,5	
15	0,9	7,1	8,2	8,8	9,1	9,1	9,1	0,7	7,6	8,5	9,2	9,6	9,7	
10	0,8	6,5	7,6	8,2	8,5	8,6	8,7	0,6	7,1	7,9	8,5	8,9	8,9	8,9
9	0,7	5,9	6,9	7,7	8,1	8,2	8,5	0,4	6,8	7,7	8,3	8,6	8,8	8,8
8	0,7	5,4	6,2	6,8	7,1	7,1	7,2	0,4	6,4	7,5	8,1	8,1	8,2	8,3
7	0,6	5,0	5,8	6,3	6,7	6,8	6,9	0,3	5,4	6,5	7,0	7,4	7,5	7,6
6	0,7	4,4	5,1	5,8	6,0	6,0	6,1	0,3	5,6	6,7	7,1	7,4	7,6	7,7
5	0,5	4,7	5,5	5,8	6,0	6,0	6,2	0,2	4,4	5,4	5,7	6,0	6,4	6,6
4	0,3	4,0	4,8	5,6	6,1	6,1	6,1	0,1	3,9	4,7	5,2	5,6	6,0	6,5
3	0,1	1,5	2,1	2,7	3,1	3,1	3,1	0,0	4,3	5,2	5,7	6,1	6,3	6,5
2	0,1	2,9	3,8	4,3	4,7	4,7	4,8	0,0	2,9	3,5	3,9	4,3	4,5	4,9
1	0,0	2,3	3,0	3,5	3,9	4,0	4,2	0,0	1,8	2,4	3,5	3,7	4,0	4,6

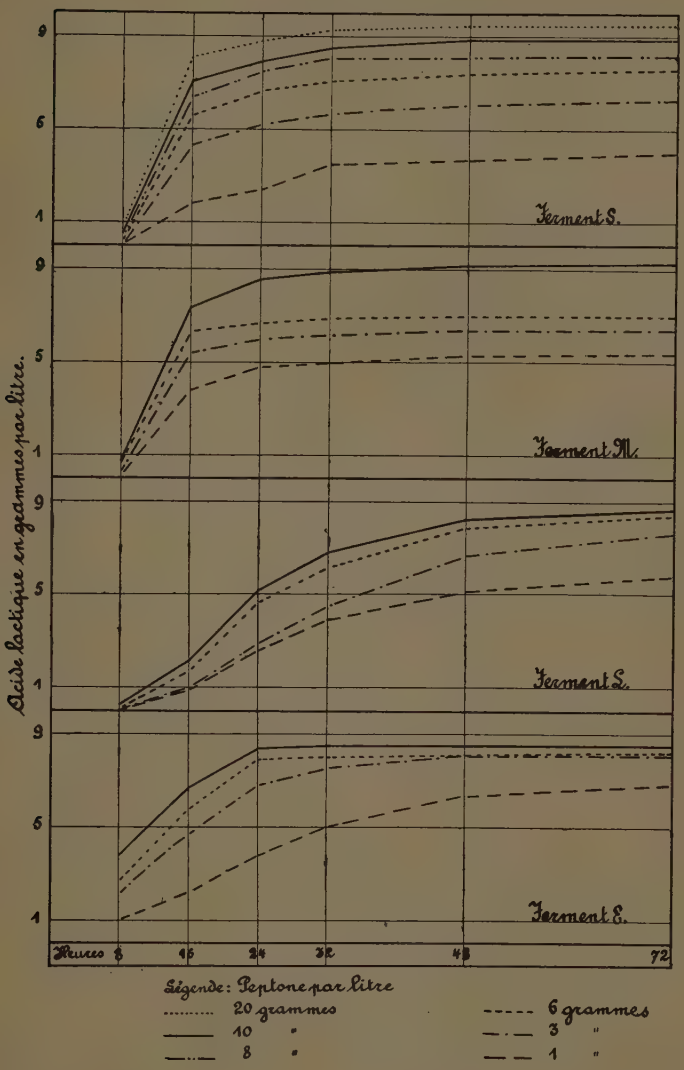
Ferment M.

Peptone en gr. par litre	Milieu A							Milieu B						
	8 h	16 h	24 h	32 h	48 h	72 h	7 j.	8 h	16 h	24 h	32 h	48 h	72 h	
10 gr.	0,8	6,9	8,5	9,2	9,6	9,6	9,7	0,8	7,4	8,6	8,9	9,2	9,3	
8	0,7	4,9	8,2	8,8	9,2	9,2	9,3	0,8	7,5	8,3	8,5	8,7	8,8	
7	0,6	5,0	8,2	8,7	9,0	9,1	9,2							
6	0,7	6,0	8,3	8,8	9,2	9,2	9,4	0,7	6,3	6,7	6,9	7,0	7,0	
5	0,4	2,8	6,4	7,1	7,5	8,4	9,6	0,7	6,2	6,6	6,8	7,0	7,0	
4	0,5	3,0	6,6	7,3	7,6	8,2	9,2	0,5	5,2	5,6	5,7	5,9	6,1	
3	0,3	1,8	5,6	6,2	6,6	7,2	7,8	0,3	5,4	6,0	6,2	6,4	6,4	
2	0,1	1,6	5,5	7,2	7,8	8,0	8,4	0,4	5,9	6,8	7,3	7,6	7,6	
1	0,2	1,1	4,1	5,5	6,0	6,8	7,7	0,1	3,8	4,8	5,0	5,2	5,4	

MILIEU A


Acide lactique en grammes par litre.
9
5
1
Ferment S.
9
5
1
Ferment M.
10
5
1
Ferment L.
8
5
1
Ferment E.
Heures 8 16 24 32 48 72
Légende : Peptone par litre
20 grammes
10 "
8 "
6 grammes
3 "
1 "

MILIEU B


Acide lactique en grammes par litre.
Ferment S.
Ferment M.
Ferment L.
Ferment E.
Heures
Légende: Peptone par litre
20 grammes
10 "
8 "
6 grammes
3 "
1 "

Ferment L

Peptone en gr. par litre	Milieu A							Milieu B						
	8 h	16 h	24 h	32 h	48 h	72 h	7 j.	8 h	16 h	24 h	32 h	48 h	72 h	7 j.
10 gr.	0,6	3,5	8,0	9,5	10,2	10,3	10,3	0,3	2,1	5,2	6,8	8,3	8,7	8,9
9	0,7	3,4	7,8	9,3	10,0	10,1	10,1	0,2	2,0	4,9	6,6	8,2	8,6	8,6
8	1,0	3,6	7,7	9,2	10,0	10,1	10,1	0,2	1,8	4,8	6,5	8,2	8,5	8,7
7	0,7	3,3	7,6	9,1	10,0	10,1	10,1	0,1	2,0	4,9	6,6	8,2	8,6	8,8
6	0,5	3,1	7,2	8,9	10,0	10,0	10,0	0,1	1,7	4,7	6,2	7,9	8,4	8,5
5	0,5	2,8	6,7	8,5	9,4	9,7	9,9	0,0	1,7	4,7	6,2	7,7	8,3	8,4
4	0,4	2,8	6,8	8,6	9,3	9,7	10,0	0,0	1,1	3,2	5,0	7,3	7,7	8,0
3	0,4	2,5	5,7	7,4	8,6	8,9	9,2	0,0	1,0	2,9	4,5	6,7	7,6	7,9
2	0,4	2,3	4,4	6,2	7,6	8,0	8,5	0,0	0,9	2,4	4,1	6,2	7,1	7,5
1	0,3	1,8	2,4	5,0	6,0	6,8	7,6	0,0	0,9	2,6	3,9	5,1	5,8	6,6

Ferment E.

Peptone en gr. par litre	Milieu A						Milieu B					
	8 h	16 h	24 h	32 h	48 h	72 h	8 h	16 h	24 h	32 h	48 h	72 h
10 gr.	3,5	5,8	6,5	6,6	6,7	6,9	3,8	6,7	8,4	8,5	8,5	8,5
9	3,6	6,0	6,9	7,1	7,3	7,6	3,7	6,3	7,9	8,2	8,3	8,3
8	3,5	5,9	6,7	6,8	7,0	7,2	3,3	6,2	8,0	8,2	8,3	8,4
7	3,2	5,2	6,5	6,7	7,0	7,3	2,8	5,8	7,7	8,3	8,5	8,5
6	2,9	4,7	5,8	6,5	6,9	7,3	2,7	5,8	7,9	8,0	8,1	8,2
5	2,7	4,2	5,2	5,7	6,2	6,8	2,6	5,7	7,9	8,1	8,2	8,2
4	2,2	3,7	4,7	5,1	5,6	6,2	2,5	5,5	8,0	8,1	8,2	8,2
3	3,1	5,0	6,1	6,6	7,1	7,6	2,1	4,7	6,8	7,5	8,1	8,1
2	2,4	3,9	5,1	5,7	6,1	6,7	1,5	2,9	4,5	5,9	7,8	7,9
1	1,4	2,2	3,0	3,7	4,2	4,8	1,0	2,2	3,8	5,0	6,3	6,8

Nous constatons qu'au fur et à mesure que diminue la quantité d'azote peptone en présence, l'activité diminue, et la fermentation se poursuivant plus lentement, perd peu à peu l'allure-type de la fermentation lactique.

Pour des teneurs en peptone supérieures à 10 gr. par litre, les variations de puissance et d'activité s'atténuent fortement, et peuvent s'expliquer en grande partie par les légères différences de pouvoir-tampon provoquées par l'adjonction de quantités plus importantes de peptone.

Les divers ferments essayés se comportent d'une façon légèrement différente, au fur et à mesure que baisse la teneur du milieu en peptone. Alors que chez les uns, M et surtout S, on constate une diminution régulière de l'activité et de la puissance du ferment, ce qui se traduit par l'allure symétrique des courbes de fermentation, chez d'autres, L et surtout E, qui semblent

moins exigeants en matières azotées, les courbes chevauchent l'une sur l'autre, pour des teneurs en peptone de 10 à 5 gr. par litre, tandis que pour des teneurs inférieures, on constate une chute brusque d'activité, et une fermentation se poursuivant plus lentement, mais plus longtemps.

KUFFERATH (8) avait, d'ailleurs, déjà noté la difficulté qu'on éprouve à obtenir une fermentation lactique dans des milieux artificiels, pauvres en peptone, et avait conseillé d'obvier à cet inconvénient par un ensemencement copieux, avec du lait préalablement ensemencé, et tenu à l'étuve pendant 4 à 5 heures.

La différence de composition du substrat minéral, à prédominance de phosphate ou de citrate ne semble pas exercer une influence marquée sur l'allure des résultats obtenus.

L'objection tirée de la légère différence de pouvoir-tampon entre les extrêmes des séries, ne peut infirmer sérieusement les résultats de nos observations.

En effet, le pH atteint au bout de 4 jours de fermentation dans les milieux contenant 1 gr. de peptone par litre, est sensiblement supérieur au pH des milieux contenant 10 gr. de peptone par litre. Donc, la conception d'un pH minimum atteint dans tous les cas, et inhibant toute action ultérieure du ferment, n'est pas à retenir.

TABLEAU 2.

pH atteint dans quelques séries au bout de 4 jours.

Peptone par litre	10 gr.	9 gr.	8 gr.	7 gr.	6 gr.	5 gr.	4 gr.	3 gr.	2 gr.	1 gr.
Ferment M (milieu B)	4,5	4,5	4,7	4,7	4,8	4,8	4,7			4,9
Ferment L (milieu B)	4,5	4,6	4,6	4,5	4,6	4,6	4,7	4,7	4,8	4,8
Ferment L (milici A)	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,6	4,8

D'ailleurs, depuis les travaux de VAN DAM (4) et de HOLWERDA (9), on attribue l'arrêt de la fermentation lactique, du moins dans les milieux à base de lait ou de sérum de lait, à la concentration en molécules d'acide lactique non dissociées (suivant la formule de Van Dam),

$$C_{HM} = \frac{Lactate\ total}{1 + \frac{k}{C_H \times \alpha}}$$

plutôt qu'à la concentration en ions H, sans exclure toutefois l'existence d'un pH inhibitif, mais qui n'est d'ordinaire pas atteint, tandis que dans les milieux artificiels, ni l'un ni l'autre facteur ne suffisent à expliquer l'arrêt de la fermentation.

II. INFLUENCE QUALITATIVE DES MATIERES AZOTÉES SUR LA FERMENTATION LACTIQUE.

1) Milieux a base d'extrait de viande et de peptone de viande.

Après avoir ainsi étudié brièvement le rôle des matières azotées au point de vue quantitatif, envisageons le point de vue qualitatif, plus intéressant si l'on vise un but pratique, et demandons-nous s'il est possible de cultiver le ferment lactique dans les milieux lactosés à base d'extrait de viande, ou de peptone de viande, ou des deux produits combinés, sans altérer l'activité du ferment.

Ensemençons, tout d'abord, le ferment S dans divers milieux (à raison de 2% de semence) et, par réensemencements successifs toutes les 24 heures, étudions la marche de l'acidification dans chaque série et chaque génération.

Composition des divers milieux (grammes par litre).

1) Peptone : 10 gr — Lactose : 20 gr — NaCl : 1 gr. — $MgSO^4$: 0,5 gr.
2) Idem + K^2HPO^4 : 10 gr.
3) Extrait de viande : 10 gr. — Lactose : 20 gr. — $MgSO^4$: 0,5 gr.
4) Extrait de viande : 10 gr — Peptone : 10 gr. — Lactose : 20 gr. — $MgSO^4$: 0,5 gr.
5) Même composition que 3, + K^2HPO^4 : 10 gr.
6) Même composition que 4, + K_2HPO_4 : 10 gr.

Tous ces milieux ont été ajustés au pH 6,7 avec NaOH ou H^3PO^4, reportés en Erlenmeyer de 200 cc., à raison de 50 cc. par flacon, stérilisés à 110°. pendant 20 minutes, et placés, après ensemencement, à l'étuve à 25°.

Tableau 3.

Marche de la fermentation. (gr. d'acide lactique par litre).

Générations	Milieu 1					Milieu 2					Milieu 3				
	16 h	24 h	48 h	72 h	96 h	16 h	24 h	48 h	72 h	96 h	16 h	24 h	48 h	72 h	96 h
1	1,2	1,8	2,3	2,5	2,7	4,6	5,4	5,6	5,8	5,9	1,3	1,8	2,2	2,5	2,7
2	1,0	1,6	2,1	2,2	2,3	2,6	3,6	3,8	4,0	4,2	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0
3	0,3	0,5	0,7	0,8	0,8*	0,1	0,1	0,6	1,8	2,8*	0,1	0,1	0,2	0,5	0,8*
4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	2,8	3,6	4,2	4,4	4,6	1,2	1,8	2,2	2,3	2,4
5	1,1	1,6	2,0	2,3	2,4	4,6	5,4	5,6	5,6	5,6	1,0	1,4	1,7	1,8	1,8
6	1,2	1,7	2,0	2,3	2,5	4,0	4,8	5,0	5,2	5,4					
7	0,7	1,3	1,6	1,7	1,8	0,7	1,2	3,2	3,6	3,8					

Générations	Milieu 4					Milieu 5					Milieu 6				
	16 h	24 h	48 h	72 h	96 h	16 h	24 h	48 h	72 h	96 h	16 h	24 h	48 h	72 h	96 h
1	1,6	2,4	3,3	3,5	3,5	2,7	4,2	5,0	5,1	5,2	4,9	6,3	7,3	7,4	7,5
2	1,2	2,0	2,7	2,8	2,9	1,8	2,6	3,8	4,7	4,8	4,4	6,0	6,8	7,2	7,2
3	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5*	0,3	0,5	0,7	1,0	1,8*	0,8	1,0	1,2	2,3	4,0*
4	1,6	2,5	3,1	3,3	3,4	1,8	4,9	5,0	5,1	5,1	5,1	6,7	7,4	7,4	7,4
5	1,5	2,3	2,9	3,1	3,1	2,5	4,0	4,7	4,8	4,8	4,6	6,3	7,0	7,1	7,1
6	1,1	1,8	2,3	2,5	2,5						4,5	5,8	7,1	7,2	7,2
7	1,7	2,3	2,7	2,8	2,8						4,9	6,3	7,4	7,4	7,4

* *Remarque.* Le 4e recencement n'a été effectué que 5 jours après le 3e.

2 autres ferments ont été cultivés de la même façon dans le milieu 2, dans le milieu 6, et dans un milieu 7, contenant par litre : 10 gr. de peptone, 20 gr. de lactose, 7,5 gr. d'acide citrique, 1,5 gr. de K_2HPO_4, 0,5 gr. de $MgSO_4$, 1 gr. de NaCl, et ajusté au pH 6,7.

TABLEAU 4.

FERMENT L (*acide lactique produit en gr. par litre*).

Générations	Milieu 2		
	24 h	48 h	72 h
1	5,0	6,0	6,2
2	4,6	5,8	6,4
3	5,0	6,4	6,4
4	4,8	5,8	6,0
5	4,8	5,8	6,0

Milieu 7		
24 h	48 h	72 h
4,0	5,2	5,4
3,6	5,0	5,0
3,2	4,8	5,0
4,0	5,0	5,2

Milieu 6		
24 h	48 h	72 h
4,2	5,6	5,8
4,4	5,6	5,6
4,0	5,0	5,2
3,8	4,6	5,2

FERMENT E (*acide lactique produit en gr. par litre*).

Générations	Milieu 2			
	24 h	48 h	72 h	96 h
1	4,8	5,4	5,6	5,8
2	4,6	5,0	5,2	5,4
3	4,6	5,0	5,2	5,4
4	4,6	4,8	4,9	5,2
5	4,2	4,6	4,8	5,0

Milieu 7			
24 h	48 h	72 h	96 h
4,8	5,2	5,4	5,4
4,6	4,8	5,0	5,0
4,4	4,6	4,8	5,0
5,0	5,2	5,4	5,4

Milieu 6		
24 h	48 h	72 h
4,2	4,8	5,0
4,2	4,6	5,0
4,0	4,4	4,6
3,6	4,2	4,6

De ces essais, il résulte que certains ferments lactiques s'accommodent assez bien de la culture en milieu artificiel. D'autres, au contraire, témoignent, au bout de 2 ou 3 réensemencements successifs, de ce que l'on pourrait appeler une « crise d'adaptation » (à la 3e génération pour le ferment S), après laquelle l'allure de la fermentation paraît plus normale, surtout lorsque le milieu contient de l'extrait de viande, et de la peptone, sans exclure cependant encore toute irrégularité.

2) Milieux a base d'extrait ou de peptone de viande, additionnés d'extrait de levure.

En constatant ces irrégularités de fermentation, nous avons songé à activer la croissance du ferment dans les milieux artificiels au moyen d'extrait de levure, dont l'action stimulante sur les cultures de levure, et sur celles des microorganismes en général, a été attribuée à la présence de la Vitamine D, ou du « Bios », ou du facteur Z. [Euler (10)]. Söncke Knüdsen et Sörensen (11) ont déjà d'ailleurs, depuis longtemps noté que certains laits où le ferment lactique se développe asez mal, peuvent être améliorés sensiblement au moyen d'extrait de levure (hypothèse d'une action de la Vitamine B.) Peut-être s'agit-il tout simplement de la présence d'une matière azotée très assimilable, et qui ne se rencontrerait qu'en faible proportion, on ferait défaut dans l'extrait de viande ou dans la peptone de viande.

L'extrait de levure a été préparé selon la méthode de Rubinsky : 100 gr. de levure ont été délayés dans 100 cc. d'eau ; on fait bouillir pendant ½ heure à 1 heure, puis on filtre à plusieurs reprises.

L'extrait ainsi préparé a été ajouté au milieu de culture n° 2, à raison de 1 %, de 5 % et de 10 %.

Voyons la marche de la fermentation en présence du ferment S qui, dans le même milieu sans extrait, produisait une fermentation très irrégulière.

Tableau 5.

Acide lactique produit en grammes par litre.

Générations	10 % d'extrait			5 % d'extrait			1 % d'extrait			1 % d'extrait		
	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h
1	6,4	6,8	7,2	6,3	6,5	6,5	6,1	6,3	6,3	6,1	6,[illegible]	6,3
2	6,0	6,3	6,4	5,7	6,1	6,2	5,7	6,1	6,2	5,8	6,1	6,4
3	5,8	6,1	6,2	5,7	5,9	6,0	5,6	5,8	5,9	3,4	5,9	6,1
4	6,3	6,5	6,7	6,1	6,3	6,4	5,6	5,7	5,8	5,7	6,1	6,2
5	5,9	6,1	6,2	6,0	6,2	6,3	5,2	5,6	5,8	5,8	6,0	6,1

A comparer ces résultats avec les résultats obtenus pour le ferment S dans le même milieu 2, on constate une régularité beaucoup plus grande, la suppression quasi complète de la « crise d'adaptation », et une accélération du processus de la fermentation.

L'activité du ferment est conditionnée beaucoup plus par l'acidité du milieu, et le temps pendant lequel le ferment séjourne dans ce milieu acide, qu'elle n'est conditionnée par la nature des matières albuminoïdes à la disposition du ferment. Pour juger pleinement de l'influence de ce second facteur, il nous faut éliminer le facteur acidité, et cela, par l'addition de $CaCO^3$ dont l'action sur le maintien de l'activité du ferment a été suffisamment démontrée par Makrinoff (12).

Nous avons donc procédé à 2 séries d'essais. La 1re série comportait 3 milieux dont la composition par litre était la suivante :

1) Peptone : 10 gr. — Lactose : 20 gr. — K^2HPO^4 : 10 gr. — $MgSO^4$: 0,5 gr. — NaCl : 1 gr. —

2) Extrait de viande : 10 gr. — Peptone : 10 gr. — Lactose : 20 gr. — $MgSO^4$: 0,5 gr.

3) Même composition que 2, + K^2HPO^4 : 10 gr.

Tous ces milieux étaient ajustés au pH 6,7, et additionnés de $CaCO^3$.

Trois de ces milieux ne contenaient pas d'extrait de levure, 3 en contenaient 1 %, et 3 en contenaient 5 %. Comme milieu de culture témoin, nous avons pris du lait écrémé additionné de $CaCO^3$.

La seconde série comprenait 3 milieux dont la composition par litre était la suivante :

1) Peptone : 10 gr. — Lactose : 20 gr. — NaCl : 1 gr. — $MgSO^4$: 0,5 gr.

2) Extrait de viande : 5 gr. — Peptone : 5 gr. — Lactose : 20 gr. — $MgSO^4$: 0,5 gr.

3) Extrait de viande : 10 gr. — Lactose : 20 gr. — $MgSO^4$: 0,5 gr.

Ces milieux étaient ajustés au pH 6,7 et étaient, de même qu'un lait témoin, additionnés de $CaCO^3$.

Trois des milieux ne contenaient pas d'extrait de levure, 3 en contenaient 1 %, et 3 autres, 5 %. Aux ballons ne contenant pas d'extrait de levure, nous avons ajouté du K^2HPO^4 (2 gr. par litre), pour éliminer l'hypothèse d'une action de l'acide phosphorique de l'extrait de levure.

Tous ces milieux, répartis en Erlenmeyer de 200 cc. à raison de 50 cc. par fiole, ont été stérilisés à 110° pendant 20 minutes, et ont été ensemencés avec 1 % d'une culture de ferment S en milieu artificiel additionné d'extrait de levure.

Pour nous rendre compte de l'activité du ferment S dans les divers milieux, nous avons procédé à des réensemencements, d'une part, en lait, d'autre part, en milieu identique au milieu d'origine, et les résultats ont été consignés dans les tableaux 6 et 7.

Ici, une remarque s'impose : Ce que nous mesurons dans ces essais, ce n'est pas, à proprement parler, uniquement l'activité du ferment mais c'est à la fois, sa puissance de multiplication, et son activité, comme le fait justement remarquer Duclaux (13) dans son Traité de Microbiologie.

Les milieux de la 2e série ont été, à 3 reprises, repiqués en milieux identiques (au $CaCO^3$), et l'activité du ferment a été mesurée de la même façon, par repiquage en lait, et, parfois, en milieux d'origine (sans $CaCO^3$).

Tableau 6.

1ere Série de milieux de culture.

Activité du ferment S (acide lactique produit en gr. par litre).

Ensemencement après	24 h	4 jours						7 jours			
Acide lactique produit en	16 h	16 heures		24 heures		48 heures		16 heures		24 heures	
Milieux	Lait	Lait	Milieu d'origine	Lait	Milieu d'origine	Lait	Milieu d'origine	Lait	Milieu d'origine	Lait	Milieu d'origine
Lait	3,7	3,9		4,7		6,4		5,4		5,2	
Sans extrait de levure — Milieu n° 1	3,0	0,0		0,0		4,0		0,0		1,3	
Sans extrait de levure — Milieu n° 2	4,2	0,0		1,4		6,0		0,4		5,0	
Sans extrait de levure — Milieu n° 3	3,7	1,8		3,3		5,9		2,9		5,2	
1 % d'extrait de levure — Milieu n° 1	3,6	1,2	0,8	2,3	1,3	5,6	6,2	1,6	1,5	4,3	5,8
1 % d'extrait de levure — Milieu n° 2	4,0	4,9	3,1	5,6	3,2	6,6	3,3	5,0	-,5	6,2	3,0
1 % d'extrait de levure — Milieu n° 3	6,7	3,3	4,5	4,5	5,8	6,0	6,7	1,9	2,2	4,4	5,8
5 % d'extrait de levure — Milieu n° 1	5,1	4,3	5,0	5,3	5,9	6,7	5,9	5,6	5,1	6,4	6,0
5 % d'extrait de levure — Milieu n° 2	4,2	3,7	3,1	5,5	3,2	6,0	3,3	4,4	2,4	5,8	3,1
5 % d'extrait de levure — Milieu n° 3	5,1	4,4	6,0	5,1	6,5	6,3	6,6	5,2	5,5	6,6	6,0

De l'étude des résultats obtenus, se dégagent quelques conclusions assez intéressantes.

Tout d'abord le rôle de l'extrait de levure sur l'activité du ferment apparaît clairement, et la concentration en extrait de levure a également une influence très favorable à ce point de vue.

Nous avons, cependant, pu constater que l'extrait de levure n'exerce aucune action sur le maintieu de l'activité du ferment, maintien qui dépend surtout de l'acidité du milieu. Seul, le $CaCO_3$ peut contribuer efficacement à conserver cette activité, parce qu'insoluble, il peut s'employer à doses massives sans modifier la réaction initiale du milieu, et sans exercer une

TABLEAU 7.

2e SÉRIE DE MILIEUX DE CULTURE.

Activité du ferment S. (acide lactique produit en gr. par litre.)

Divers repiquages en $CaCO_3$	Ensemencement			1er repiquage après 5 j.		2e repiquage après 1 j,		3e repiquage après 1 mois			
Ensemencement du milieu en Ca CO_3, en lait ou en milieu d'origine après 24 heures.	Lait	Milieu d'origine		Lait		Lait		Lait	Ensemencement après 1 mois		
									Lait	Milieu d'origine	
Acide lactique produit en	16 h	16 h	72 h	16 h	24 h	16 h	24 h.	16 h	16 h	16 h	48 h
Lait	4,7			2,9	4,1	2,4	3,9	2,3	2.3		
Sans extrait de levure — Milieu n° 1	1,2	0,2	2,2	1,1	3,5	3,0	5,3	1,9	3,7	0,4	0,8
Sans extrait de levure — Milieu n° 2	4,0	0,4	4,0	1,9	3,3	2,3	4,6	0,0	0,9	0,3	0,3
Sans extrait de levure — Milieu n° 3.	3,2	0,5	2,6	2,0	3,0	2,1	3,2	2,8	0,5	0,1	0,2
1 % d'extrait de levure — Milieu n° 1	5,1	1,6	1,9	0,8	2,1	3,1	4,7	0,0	1,0	0,2	3,2
1 % d'extrait de levure — Milieu n° 2	5,7	1,7	2,3	2,4	3,8	4,0	5,3	3,2	3,2	1,6	3,4
1 % d'extrait de levure — Milieu n° 3.	4,5	1,3	2,5	2,4	3,5	3,9	5,0	3,3	1,7	0,2	0,8
5 % d'extrait de levure — Milieu n° 1	6,7	2,1	2,3	3,6	4,6	4,5	5,5	3,2	3,2	1,1	3,6
5 % d'extrait de levure — Milieu n° 2	5,9	2,1	2,5	2,8	4,1	4,1	5,1	2,4	3,4	2,9	4,2
5 % d'extrait de levure — Milizu n° 3.	5,0	2,3	2,7	2,7	4,1	2,9	3,9	4,0	1.5	0,3	1,5

action inhibitive sur la fermentation lactique, comme c'est le cas pour les sels solubles employés en forte concentration.

L'emploi, comme élément-tampon, de $CaCO^3$, au lieu de phosphates ou de citrates alcalins, atténue sérieusement, et peut même supprimer la « crise d'adaptation » qu'avait manifestée le ferment S dans les milieux à base de peptone, où ces sels entraient en doses assez massives. Il semble donc qu'il y ait, au point de vue activité du ferment, et maintien de cette activité, une certaine proportion à garder entre la quantité de matières azotées assimilables, et la quantité de matières minérales ou de sels-tampons solubles.

D'autre part, les milieux comportant, à la fois, peptone et extrait de viande, semblent mieux répondre aux exigences du ferment, que les milieux à base de l'un ou de l'autre de ces éléments azotés. Sans doute, pour la 1re série, on pourrait objecter les teneurs très différentes en N des milieux en présence, mais dans la seconde série, les mêmes constatations s'imposent, alors que la teneur en N est plus forte dans le milieu à peptone, que dans le milieu à extrait de viande + peptone.

3) Milieux a base de lait.

Le lait, milieu de culture d'élection des ferments lactiques employés en beurrerie, est, cependant, un milieu mal équilibré au point de vue économique. Bien que contenant ± 3,5% de matières azotées, il n'en contient guère que 0,5% pouvant servir de nourriture azotée pour le ferment : c'est l'albumine proprement dite. La caséine joue surtout, dans la fermentation lactique, un rôle d'agent-tampon comparable à celui qu'exercerait un sel d'acide faible : le pouvoir-tampon du lait lui vient, en effet, surtout de sa caséine et de ses phosphates [c'est ce qu'ont d'ailleurs constaté expérimentalement Buchanan et Peterson (14)], et, sans doute aussi, un peu de ses citrates. La caséine joue donc surtout un rôle qui peut être dévolu à une substance non azotée (sel d'acide organique faible), ou même à une matière minérale.

N'y aurait-il pas, cependant, moyen d'utiliser plus complètement la portion de matières azotées assimilables en diluant le lait ? Malheureusement, par cette méthode simpliste, on diminue en même temps le pouvoir-tampon, de sorte que, pour une quantité d'acide lactique beaucoup moindre, on atteint un pH voisin du pH inhibitif de la fermentation lactique, pour les ferments considérés dans cette étude, c.-à.-d. pour des « Streptococcus lactis ». De là, l'échec du Professeur Richet (15) qui, en voulant réaliser une adaptation du ferment à des milieux lactés de plus en plus dilués, avait dû constater qu'il était impossible de réussir dans cette voie. Ce trait suffit à souligner l'importance des notions biochimiques acquises depuis cette époque.

Diminuons maintenant la quantité de matières azotées assimilables tout en maintenant le pouvoir-tampon plus ou moins intact, cela, en diluant le lait, tout en lui ajoutant du K^2HPO^4, et en maintenant la réaction du lait.

Tableau 8.

1) Lait dilué avec eau			2) Lait dilué avec solution de K_2HPO_4 (10 gr. par litre)			3) Id. que 2 + peptone (2 gr. par litre)		
% de lait	acide lactique (gr. par litre)		% de lait	acide lactique (gr. par litre)		% de lait	acide lactique (gr. par litre)	
	en 20 h	en 40 h		en 20 h	en 40 h		en 20 h	en 40 h
50 %	3,8	4.5	50 %	3,5	4,4	50 %	7,0	8,2
25 %*	2,5	3,0	25 %*	1,4	1,5	25 %*	6,5	7,4
10 %*	0,9	1,0	10 %*	1,1	1,2	10 %*	6,2	6,7

* avec addition de 10 gr. de lactose par litre.

Les résultats obtenus démontrent qu'on ne peut diluer sérieusement le lait, avec simple rectification du pouvoir-tampon : une sorte de loi du minimum semble régir la production d'acide lactique, et, en l'occurrence, l'élément assimilable dont les variations quantitatives règlent la fermentation, du moins

entre certaines limites, c'est l'élément azoté. D'ailleurs, l'addition d'une petite quantité de peptone permet d'accélérer la fermentation et de la pousser beaucoup plus loin, ce qui confirme notre hypothèse, à savoir que nos laits dilués pèchent par manque de matières azotées assimilables.

La seule transformation que l'on puisse faire subir au lait, afin d'utiliser au maximum ses matières azotées, est une digestion pepsique ou trypsique, avec addition ultérieure d'un agent-tampon.

Le lait écrémé en poudre (procédé Krause), mis en solution à 9 ou 10 %, constitue également un milieu de culture intéressant pour le ferment lactique. Ce lait semble, cependant, avoir perdu un peu de son pouvoir-tampon.

L'activité du ferment dans ce milieu est également moins marquée qu'en lait : en 16 h, le lait à base de poudre de lait Krause donne 3,80 gr. d'acide lactique, tandis que le lait écrémé, dans les mêmes conditions de t° et ensemencement, donne 5,10 gr. d'acide lactique.

La poudre de lait procédé Hatmaker donne des résultats moins satisfaisants.

4) Milieux végétaux.

Parmi les farines, nous pouvons citer la farine de soja comme susceptible de fournir un milieu qui, à la concentration de 7,5 % de soja, permet un développement assez conséquent de la fermentation lactique, mais inférieur encore à celui que donne le lait : ce milieu pèche également par le manque de matières azotées assimilables, comme le montre la vive recrudescence d'acvité due à l'introduction d'un peu de peptone dans le liquide destiné à subir la fermentation.

Tableau 9.

Acide lactique (gr. par litre) en 24 heures. (ensemencement 10 %)

	1re Génération	2e Génération	3e Génération
1) Lait de soja + lactose.	4,1	4,2	3,9
2) Lait de soja + lactose + K_2HOP_4 (10 gr. par l.)	5,0	5,8	6,5
3) Id. que 2 + peptone (5 gr. par litre).	7,0	7,3	7,6

D'une façon générale, les milieux à base de farine ou de graines s'avèrent assez pauvres en matières azotées assimilables. Il y a un moyen de remédier, en partie, à cette situation, du moins pour les graines : c'est de les malter. L'extrait de malt d'orge, de malt vert, et, dans une moindre mesure, de malt touraillé, avec addition d'un agent-tampon, constitue la base de milieux de culture assez favorables au développement du ferment. Pour augmenter la quantité de matières azotées assimilables, on fait subir au malt vert une

peptonisation préalable, à 50-52° C. pendant deux heures. Le malt touraillé a été, pour un premier échantillon, maintenu à 50-52° C. pendant 2 heures ; pour un 2e échantillon, maintenu à 60° pendant 2 heures, avant d'élever, de part et d'autre, et graduellement, la t° jusque 68-70° C, t° qui est maintenue jusqu'en fin de saccharification, ce qui dispense d'ajouter du lactose.

TABLEAU 10.

Composition des divers milieux (gr. par litre).

1) Malt vert. (70 gr.) + K^2HPO^4 (15 gr.)
2) Malt vert (70 gr.) + Peptone (1 gr.) + K^2HPO^4 (15 gr.)
3) Malt touraillé (200 gr.) + K^2HPO^4 (15 gr.) T° de peptonisation : 60°.
4) Malt touraillé (200 gr.) + K^2HPO^4 (15 gr.). T° de peptonisation : 50-52°.

Tous ces milieux ont été amenés au pH 6.7 par addition d'acide phosphorique.

Acide lactique produit. (gr. *par litre*). *Ensemencement* = 10 %.

	Ensemencement	1er repiquage		2e repiq.	3e repiq.	4e repiq.
	16 heures	16 heures	3 jours	16 heures	16 heures	16 heures
Milieu 1	2,7	4,2		4,4	4,9	4,9
Milieu 2	6,7	7,1		6,5	6,2	5,5
Milieu 3	4,8	1,6	4,8	4,9		
Milieu 4	5,1	1,2	5,1	5,5		

Comme on le constate d'après les résultats consignés dans le tableau ci-dessus, l'influence de la t° de peptonisation sur la valeur de l'extrait de malt touraillé, comme milieu de culture, n'est pas très sensible.

L'eau de touraillons, assez riche en N assimilable, peut constituer également la base d'un excellent milieu de culture pour le ferment lactique à condition d'en augmenter encore la valeur-tampon par addition de phosphates ou de citrates alcalins.

Eau de touraillons. — Touraillons : 200 gr. par litre.
Acide citrique : 15 gr. par litre.
Ramener à pH 6,7 par addition de NaOH.

Acide lactique produit (*gr. par litre*).	16 heures	40 heures
	8,8	9,5.

5) POUDRE DE LAIT + EXTRAIT DE MALT OU DE LEVURE.

On peut également, pour la culture du ferment, corriger le lait, en le maintenant, d'une part, dans un certaine proportion, et tirant ainsi parti de ses

principes stimulants pour la fermentation lactique (albumines spécifiques, vitamines), et en lui ajoutant, d'autre part, des matières azotées solubles et assimilables, et des sels-tampons. Nous avons ainsi essayé des milieux contenant de la poudre de lait écrémé, de l'extrait de malt, et du phosphate bipotassique, qui, même à une assez forte dilution, nous ont donné des résultats satisfaisants.

Nous avons également ajouté à la poudre de lait, de l'extrait de levure, à des taux, il est vrai, moins importants, en général, que pour le malt : les résultats n'ont pas été favorables.

TABLEAU II.

	Composition des milieux (gr. par litre) (Ces milieux ont été ajustés au PH 6,7			*Acide lactique produit* (gr. par litre) (ensemencement toutes les 24 heures, à raison de 10 %)		
	Poudre de lait (Krause)	Malt	K_2HPO_4	1re Génération 16 heures	2e Génération 16 heures	3e Génération 16 heures
1	100	0	0	2,0	3,8	4,5
2	50	105,00	7,5	5,4	6,1	5,8
3	40	31,50	9,0	5,1	5,5	5,2
4	40	21,00	9,0	4,3	4,5	4,4
5	40	15,75	9,0	3,9	4,3	4,2
6	40	12,60	9,0	3,9	4,0	3,9
7	30	36,75	10,5	5,3	5,5	5,4
8	30	24,50	10,5	4,4	5,0	4,8
9	10	189,00	13,5	6,0	5,7	5,7
10	10	94,50	13,5	5,5	5,3	5,5
11	10	63,00	13,5	4,4	4,4	4,2
12	10	47,25	13,5	4,5	4,1	4,3
13	10	47,25	18,0	5,1	4,9	5,0
	Poudre de lait (Krause)	Levure	K_2HPO_4			
14	25	20	11,25	2,5	1,8	1,6
15	10	20	13,50	1,5	1,3	1,6
16	10	40	13,50	2,3	2,0	2,5

MULTIPLICATION SANS ACIDIFICATION.

Au fond, ce qui importe dans la préparation du levain pour beurreries, c'est d'assurer au ferment une bonne multiplication, un arôme agréable, tout en maintenant intacte son activité. On pourrait se demander, à première vue, s'il n'y a pas, suivant les conditions de développement, moyen d'obtenir, comme pour la levure, une abondante multiplication, avec fermentation plutôt

restreinte. La quantité d'oxygène à la disposition du ferment, ne semble pas marquer, comme pour la levure, le point de départ d'une activité plutôt végétative, ou plutôt fermentative. Kayser (16) a constaté que le rendement en acide, dans un milieu de culture, est plus grand en profondeur qu'en surface, et que le poids du ferment suit une loi analogue.

Si l'on supprime tout élément hydrocarboné dans le milieu de culture, ou si l'on remplace le lactose par un élément hydrocarboné non susceptible de fermenter en présence du ferment employé (amidon, saccharose), l'acidification du milieu est pratiquement nulle, mais la multiplication est également très limitée. Cette multiplication assez limitée est encore conditionnée par la teneur du milieu en matières azotées assimilables. A l'appui de nos affirmations, nous pouvons citer les chiffres qui suivent :

Composition des milieux. (gr. par litre)	*Germes par cc. en 16 heures.*
1) Peptone : 5 gr. — Extrait de viande : 5 gr. Extrait de levure 2 %	35.500.000.
2) Peptone : 25 gr. — Extrait de viande : 25 gr. K_2HPO_4 : 2 gr. —	42.250.000.
3) Id. que 2, + extrait de levure : 2 % —	81.500.000

Il semble donc qu'il n'y ait guère, pratiquement, moyen d'obtenir une multiplication abondante sans fermentation. Lorsqu'il y a fermentation, il y a, pour un même ferment en pleine activité, une certaine corrélation entre la multiplication et la quantité d'acide lactique produite dans l'unité de temps. Cette multiplication est donc fonction de la teneur en matières azotées assimilables, et du pouvoir-tampon du milieu de culture. Budinow (17) a d'ailleurs suivi simultanément la multiplication et la fermentation en lait et en bouillon lactosé, et a constaté que le maximum de germes est atteint après 18-20 heures, alors que la courbe de fermentation est sur le point d'atteindre sa portion en palier. Des constatations ayant à peu près la même portée ont été faites à propos des ferments du Yoghourt par Ch. Vas (18). Seulement, dans le cas du Yoghourt, multiplication et fermentation sont plus rapides que dans le cas des ferments envisagés dans cette étude.

Composition des milieux. (gr. par litre)	*Germes par cc. en 16 heures.*
Lait	1.233.750.000
Lait dilué 2 fois	573.000.000
Lait dilué 4 fois	243.500.000
Lait dilué 10 fois	231.200.000
Peptone : 10 gr. — K_2HPO_4 : 2 gr. — Lactose : 20gr. .	480.000.000
Peptone : 10 gr. — K_2HPO_4 : 20 gr. Lactose : 20 gr.	1.092.400.000
Extrait de viande : 25 gr. — Peptone : 25 gr. K_2HPO_4 20 gr. — Lactose : 20 gr.	1.635.800.000

Le seul avantage qu'offrent les milieux de culture sans matières hydrocarbonées fermentescibles, et qui, de ce fait, ne s'acidifient pas, c'est de permettre

une bonne conservation du ferment lactique, sans altération sensible de son activité, tout comme dans le cas des milieux au $CaCO^3$. Nous avons ainsi pu constater qu'en bouillon avec extrait de levure ou amidon, après 3 mois, le ferment a encore conservé une activité comparable à celle qu'il conserve en lait écrémé additionné de $CaCO^3$.

Conclusions.

L'influence quantitative des matières azotées assimilables sur la fermentation lactique est nettement marquée, et se traduit pas une variation de l'activité et de la puissance du ferment. Il semble qu'il y ait une concentration optimum d'N assimilable, en-dessous de laquelle les courbes d'activité traduisent une marche langoureuse de la fermentation, et au-dessus de laquelle la fermentation ne manifeste plus une recrudescence d'activité bien sensible.

L'influence qualitative de ces matières azotées est également bien établie, mais dépend plus encore de l'espèce de ferment, et même de la souche.

Les milieux au bouillon-peptone lactosés ne conviennent pas à tous les ferments, du moins si l'on opère successivement plusieurs repiquages, et si l'on opère en l'absence de $CaCO^3$, et en présence de phosphates ou de citrates alcalins. L'addition d'extrait de levure aux milieux artificiels permet d'éviter les « crises d'adaptation » du ferment à ces milieux, et de stimuler son activité.

Les milieux lactés ne peuvent être modifiés économiquement que dans le sens d'une dilution, avec addition de sels-tampons, et d'N assimilable.

Comme milieux nutritifs végétaux, par ordre croissant de valeur le lait de soja, l'extrait de malt, surtout de malt vert, l'eau de touraillons constituent de bons milieux de culture.

Des essais tentés pour arriver à produire un développement à prédominance végétative, avec fermentation restreinte, n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

BIBLIOGRAPHIE

1. Kayser. — Annales de l'Institut Pasteur. T. 8, 1894, pp. 759 et 760.
2. Orla-Jensen. — Mémoires de l'Ac. des Sc. et des Lettres de Danemark, Section des Sc. 8e Série, T. 5, Nr. 2, S. 94.
3. Virtanen, Wickmann, Lindstroem. — Hoppe Seyler für Physiolog. Chemie. 1927, T. 166, pp. 21-38.
4. Van Dam. — *Einfluss der Milchsäure auf die Milchsäuregärung*. Biochemische Zeitschr. Bd. 87, 1918, S. 107.
5. Orla-Jensen. — Centralbl. für Bakter. Abt. 2, Bd. 4, 1898, S. 196.
6. Hueppe. — Mitt. a. d. Kais. Gesundheitsamt, 1884, 2, p. 309.
7. Clark. — Determination of Hydrogen Ions. 3d Ed. 51.

8. KUFFERATH. — *Mode d'ensemencement des ferments lactiques dans les milieux sucrés artificiels employés par l'industrie.* Réunion de la Société Belge de Biologie, 31 Janvier 1920.
9 HOLWERDA — *Einfluss der Milchsäure auf die Milchsäuregärung* Biochemische Zeitschr 1922, Bd 128, S. 465.
10 EULER — Zeitschr für Physiolog Chemie. Bd. 140, S. 146, 1924 — Bd. 141, S. 297, 1924 — Bd. 176, S. 258, 1928 — Bd. 178, S. 202, 1928 — Bd. 193, S. 15, 1930 — Bd. 193, S. 181, 1930 — Bd. 195, S. 81, 1931 — Bd. 198, S. 1, 1931.
11. SÖNCKE KNUDSEN-SÖRENSEN. — Centralbl. für Bakter. Bd. 71, S. 500.
12. MAKRINOFF. — *Ueber die Wirkung der Neutralisation von Nährmedien mit Kreide auf die Aktivität von Milchsäurebakterien.* Centralbl., für Bakter. Bd. 37, S. 609, 1913.
13. DUCLAUX. — Traité de Microbiologie, T. 4, p. 329.
14. BUCHANAN ET PETERSON. — *Buffers of milk and buffer value.* Journal of Dairy Science, 1927, p. 224.
15. RICHET. — C. R, Ac. des Sciences, 15 juin 1914.
16. KAYSER. — Cité par Duclaux, Traité de Microbiologie, p. 335.
17. BUDINOW. — *Zur Physiologie des Bact. lactis acidi.* Centralbl. für Bakter, II Abt. Bd. 34, N° 8/9, 22 Juni 1912, S. 177.
18. VAS, CH. — *Formation d'acide en symbiose du « Bact. Bulgaricum » et du « Streptococcus lactis » dans le Yoghourt.* Le Lait, octobre 1924, p. 625.

Bijdrage tot de studie van de melkzuurgistings

door E. PIRAUX.

Samenvatting.

Wij hebben den kwantitatieven invloed en den kwalitatieven invloed bestudeerd van de assimileerbare stikstofhoudende stoffen op de melkzuurgisting.

De kwantitatieve invloed is scherp uitgedrukt en uit zich door een variatie op de werkzaamheid en de kracht van de giststof. Het schijnt, dat er een optimumconcentratie van opneembare stikstof is, onder dewelke de werkzaamheidscurven een kwijnenden gang van de gisting vertolken, en boven dewelke de werkzaamheid van de gisting niet zeer merkbaar meer toeneemt.

De kwalitatieve invloed dezer stikstofhoudende stoffen is eveneens goed vastgesteld, maar hangt nog meer af van de soort van ferment, en zelfs van den stam.

De melksuikerhoudende middens met « *peptonbouillon* » passen niet alle giststoffen, ten minste indien men achtereenvolgens overgaat tot verscheiden bezaaiingen, en indien men werkt in afwezigheid van $CaCO_3$ en bij aanwezigheid van alcalische phosphaten en citraten. Het toevoegen van gistextract aan de kunstmatige omgeving laat toe de « *aanpassingscrises* » van ferment aan die omgeving te vermijden, en zijn werkzaamheid aan te prikkelen. De melkhoudende middens kunnen economisch slechts gewijzigd worden in de richting eener verdunning met toevoeging van bufferzouten en assimileerbare stikstof.

Als plantaardige voedingsmiddens vormen, volgens stijgende waarde gerangschikt, de sojamelk, het moutextact, vooral het groenmoutextraat, het drafwater goede cultuurmiddens.

Proefnemingen gedaan om er toe te geraken een ontwikkeling van overwegend vegetatieven aard voort te brengen, hebben tot geen bevredigende uitslagen geleid.

Beitrag zum Studium der Milchsäuregärungs

von E. Piraux.

Zusammenfassung.

Wir haben den quantitativen Einfluz und den qualitativen Einfluz der assimilierbaren stickstoffhaltigen Substanzen auf die Milchsäuregärungs untersucht.

Der quantitative Einfluz ist scharf ausgeprägt und offenbart sich durch eine Variation auf die Tätigkeit und die Kraft des Ferments. Es scheint, dasz es eine optimale Konzentration assimilierbaren Stickstoffes gibt, unter welcher die Tätigkeitskurven einen schwaschen Gang der Gärung ausdrücken, und über welcher die Gärung keine sehr deutliche Steigerung der Aktivität mehr zeigt.

Der qualitative Einflusz dieser stickstoffhaltigen Substanzen ist ebenfalls klar festgestellt worden, aber hängt noch mehr von der Art von Ferment, und sogar von dem Stamm ab.

Die milchzuckerhaltigen Medien mit « *Peptonbouillon* » eignen sich nicht für alle Fermente, wenigstens wenn man nacheinander zu wiederholtem Besäen übergeht, und wenn man in Abwesenheit von $CaCO_3$ und in Anwesenheit alkalischer Phosphate und Zitrate experimentiert. Der Zusatz von Hefeextrakt zu den künstlichen Medien gestattet die « *Anpassungskrisen* » von Ferment an dieses Medium zu vermeiden, und seine Aktivität anzureizen.

Die Milch enthaltenden Medien können ökonomisch nur modifiziert werden durch eine Verdünnung mit Zusatz von Puffersalzen und assimilierbarem Stickstoff.

Als pflanzenartige Nährmedien bilden, ihren steigenden Werten nach geordnet, die Sojamilch, das Malzextrakt, besonders das Grünmalzextrakt, das Treberwasser gute Kulturmedien.

Versuche, die angestellt wurden um eine Entwickelung von überwiegend vegetativer Art zu erzeugen, haben keine befriedigenden Ergebnisse geliefert.

A contribution to the study of lactic fermentation

by E. Piraux.

Summary.

The writer has studied the quantitative and qualitative influence of assimilable nitrogen on lactic fermentation.

The quantitative action is distinctly marked and appears through a variation of the activity and power of the ferment. It seems as though there were an optimum concentration below which the curves of activity betray a lingering progress of fermentation, and above which fermentation does no longer show any noticeable increase of activity.

The qualitative influence of nitrogen is also well established, but appears to be depending still more on the sort of ferment and even on the strain.

Peptone beef infusion media containing lactose do not suit all ferments, at least when successive inoculations are made, and also when operating without $CaCO_3$ and in the presence of alkaline phosphates or citrates. The addition of yeast extract to the artificial media enables the ferment to avoid the « crisis of adaptation » to the medium and stimulates its activity.

The media containing milk can only be modified economically by diluting with addition of buffer salts and assimilable nitrogen.

The following media, mentioned in order of increasing value, are considered as good vegetal nutritive media : soya milk, extract of malt, especially green malt, malt dust water.

Trials intended to produce a development with vegetative predominancy, and with reduced fermentation, did not give any satisfactory results.

Note sur les nécroses foliaires du Tabac, dans les cultures de la vallée de la Semois, en 1934

par P. MANIL,

Assistant à la Station de Phytopathologie de l'État, à Gembloux.

Au cours d'une série d'inspections, nous avons relevé, à partir du mois de Juillet, un très grand nombre de cas de nécroses foliaires, autres que celles dues à la « bactériose », *(Bact. tabacum* WOLF et FOSTER), affection qui fut d'ailleurs l'objet d'une publication antérieure (1).

Ces nécroses se présentent sous forme de taches blanches, dont la forme, les dimensions, la répartition et la fréquence sont éminemment variables.

Ces taches sont accompagnées ou non de chlorose ou de déformations foliaires.

En nous reportant à la terminologie des auteurs anglais et américains, nous pouvons, suivant les cas, désigner ces états pathologiques sous les noms de « *Ring-spot* », ou maladie des taches en anneaux, « *vein-banding* », ou nécrose périnervienne, « *spot necrosis* » ou taches nécrotiques de formes irrégulières, différentes du *ring spot* ou du *vein banding*. On a décrit des formes de *ring spot* et de *vein banding* sans nécrose des tissus, mais ces cas ne paraissent pas avoir été observés en Belgique.

Les planteurs désignent ces diverses nécroses sous le nom de « *feu* », par opposition à la « *rouille* », ou bactériose.

* * *

Malgré l'existence de nombreux cas intermédiaires, nous pouvons rapporter les caractères symptomatologiques à trois types, d'après l'aspect des taches, et l'altération éventuelle des jeunes feuilles.

I. — Plants de taille *normale*. Présence de taches blanches, de 0,5 à 3 mm de diamètre, rarement plus, le plus souvent arrondies, très espacées, répandues à peu près uniformément sur les limbes, plus nombreuses sur les feuilles inférieures.

(1) P. MANIL. *Bulletin de l'Institut agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux*. Tome II, N° 3, 1933.

Les feuilles supérieures ne montrent parfois aucun symptôme. Elles ne sont jamais chlorotiques, ni atteintes de mosaïque.

II. — Plants de taille *normale*. Présence sur les feuilles moyennes et supérieures de taches blanches, nombreuses, de forme circulaire, ou allongées le long des nervures, ou disposées en anneaux. Leurs dimensions varient de 0,5 à 8 mm.

Souvent, une feuille n'est atteinte que sur une certaine partie de sa surface, unilatéralement ou non, vers la base ou vers le sommet, cas le plus fréquent.

Il arrive qu'un plant soit attaqué unilatéralement, comme si l'infection n'intéressait que les feuilles correspondant à un secteur de la tige. Cela se présente parfois pour la bactériose, à la suite par exemple d'une infection expérimentale par piqûre.

Les feuilles jeunes ne montrent ni chlorose, ni mosaïque.

III. — Plants de taille *inférieure à la moyenne*. Taches nécrotiques caractérisées comme en II, sur les feuilles moyennes et supérieures. Les feuilles inférieures sont souvent indemnes. Les feuilles supérieures non encore nécrosées sont chlorotiques, et déformées (asymétrie, bords repliés vers le bas, torsion de la nervure principale). Sur ces feuilles, le début de la nécrose se manifeste par des stries ou par des points bruns.

Dans les trois cas, les tiges et les nervures sont saines. On ne constate que très rarement des taches brunes, en dépression, de quelques mm à quelques cm. de longueur, et qui ne montrent aucune corrélation avec l'un des trois types décrits ci-dessus.

D'une façon générale, nous pouvons dire qu'il existe des cas d'infection généralisée et des cas d'infection partielle, apparemment du moins, et que, de part et d'autre, la nécrose peut intéresser une surface plus ou moins grande des limbes.

Il n'existe pas en Belgique d'affection caractérisée par *un type bien défini de tache*, c.-à-d. que l'on ne trouve pas chez nous, des plants ou des groupes de plants ne présentant que des taches annulaires, par exemple.

Les différents cas observés se présentaient soit à l'état sporadique soit par groupes, d'importance variable, et ceci, principalement pour le type III.

Les diverses variétés cultivées en Belgique paraissent également sensibles. En tous cas, les plants de type « *Flobecq* », les plants de type « *Weil* », et les plants de type « *Dinan* » ne montrent aucune différence.

* * *

En ce qui concerne la fréquence des cas, voici, sous forme de tableau (p. 369) le résultat de quelques relevés faits à la fin du mois d'Août 1934.

Les chiffres indiquent le nombre des cas, en % du total des plants.

Les champs visités étaient pris au hasard, à une certaine distance les uns des autres, dans plusieurs localités. Nous n'avons distingué qu'entre *forme grave* et *forme légère* de nécrose foliaire, pour la raison, exprimée plus haut, que les trois types décrits ne sont que des exceptions et que les cas intermédiaires sont les plus nombreux.

La forme grave comprend les symptômes des types II et III ; et la forme légère, les symptômes des types I et II.

Dans chaque champ, deux cents plants au minimum ont été visités.

TABLEAU I.

Numéro des champs	Localités									
	Dohan		Rochehaut		Membre		Vresse		Bohan	
	FG	FL	FG	FL	FG	FL	FG	FL	FG	FL
1	0	95 %	0	1/2/2	0	1/2%	5 %	10 %	1 %	1 %
2	0	80 %	0	2 %	5 %	5 %	40 %	6 %	25 %	20 %
3	8 %	20 %	0	1 %	0	5 %	3 %	4 %	1/2%	0
4	0	16 %	0	3 %	0	16 %	20 %	2 %	8 %	4 %
5	90 % (1)	2 % (1)	0	25 %			18 %	1 %		

A remarquer :

I. — *L'extrême irrégularité dans le % des plants atteints, et*

II. — *Le manque de corrélation entre le % de formes graves et le % de formes légères.*

Nous avons observé en plus que le voisinage des champs ne paraissait avoir aucune influence — des champs presque indemnes voisinant avec des champs très atteints —, et qu'ensuite le nombre de cas et leur répartition étaient en général sensiblement identiques dans les différentes parties d'un même champ.

Le % des plants présentant les symptômes de la mosaïque ordinaire est très réduit cette année — quelques % — alors qu'en 1933, la proportion en était considérable — jusque 20 %.

Les deux tableaux suivants (II et III) donnent une idée de l'état sanitaire des cultures, en 1933 et en 1934. Les champs visités en 1933 sont différents des champs visités en 1934, mais l'examen des chiffres montre néanmoins des différences significatives.

Les trois colonnes se trouvant sous le nom de chaque localité donnent respectivement le % des plants atteints de bactériose (B), le % des plants atteints

(1) La perte occasionnée dans ce champ était évaluée, en valeur marchande, à 80 % du prix de la récolte normale.

de mosaïque ordinaire, (M) et le % des plants atteints de nécrose foliaire blanche. (N. F.).

TABLEAU II.

1933 Désignation des champs	Localités														
	Bohan			Mouzaive			Alle			Vresse			Membre		
	B	M	N F	B	M	N F	B	M	N F	B	M	N F	B	M	N F
1	0	0	3	60	0	18	0	0	3	0	0	1	0	0	0
2	20	15	0	0,1	0	25	0	11	12	12	0	8	16	4	0
3	1	10	15	0	4	2	0	12	11	9	0	0	6	13	0
4	10	5	0	80	0	0	0	0	0,1	14	0	4	2	8	10
5	1	0	0	0	3	9	20	0	5	18	1	1	0	12	8

TABLEAU III.

1934 Désignation des champs	Localités														
	Bohan			Vresse			Membre			Dohan			Rochehaut		
	B	M	N F	B	M	N F	B	M	N F	B	M	N F	B	M	N F
1	0	0	2	5	0	15	0	0	0,5	90	0	95	0	6	0,5
2	0	30	45	5	0	45	0	0	10	0	0	80	3	0	5
3	60	1	0	3	0	7	2	0	5	30	0	28	0	0	1 /2
4	0	0	12	0	0	22	0	0	16	50	0	16	0	0	3
5				0	0	18				45	0	87	0	0	25

Malgré la grande irrégularité des chiffres, nous constatons :

1) Que la fréquence de la bactériose est sensiblement la même, au cours des deux années,

2) Que la fréquence de la mosaïque ordinaire (1) est élevée en 1933 et faible en 1934.

3) Que la fréquence des cas de nécroses foliaires est sensiblement la même en 1933 qu'en 1934.

* * *

Les nécroses foliaires blanches n'ayant été l'objet d'aucune étude, en Belgique, nous nous sommes demandé quelle était la nature de ou des affections en cause, et quelle était aussi la nature de ou des agents responsables.

(1) Il s'agit ici des cas de mosaïque visible et typique. Il existe des cas de nombreux ou une plante est « *porteur* » de virus, sans manifester aucun symptôme, ou des symptômes atténués seulement. Citons à propos de la mosaïque du tabac un travail récent : *A maskea strain of tobacco mosaic virus. Francis O. Holmes. Phytopath.* 1934, Vol. 24, N° 8.

L'observation des symptômes fait songer immédiatement aux diverses nécroses foliaires, de nature infectieuse, décrites à l'étranger, aux États-Unis surtout, et provoquées par des ultravirus.

Mais comme des syndrômes analogues peuvent être dus à d'autres agents, nous avons étudié la question de plus près.

L'examen microscopique d'une dizaine d'échantillons, et de nombreux essais de culture ne nous ont permis l'isolement d'aucun organisme pathogène, alors que la recherche et l'isolement du *Bact. tabacum* n'offrait aucune difficulté.

Il ne s'agit donc en aucun cas d'une maladie bactérienne analogue par exemple à la « *rouille blanche* », décrite par DELACROIX et observée en Bulgarie, en France, en Grêce, en Italie (1).

Nous faisons ici abstraction des taches blanchâtres que peut causer dans certains cas le *Bact. tabacum*, taches qui sont facilement identifiables.

Il est impossible, également, sauf peut-être dans de très rares exceptions, qu'il s'agisse d'une manifestation de carence minérale. D'après M. MES, (2), la carence en P^2O^5 et en K^2O donnerait des aspects de « *leaf spots* » *blancs*. Or, les fumures organiques et minérales appliquées normalement, la forme sporadique fréquente de l'infection et d'autre part la proportion très variable de plants malades, observée d'une année à l'autre sur les mêmes terrains, font rejeter cette hypothèse.

Il s'agit ici d'une ou de plusieurs maladies à ultravirus. Des maladies de ce genre ont été décrites dès 1917 aux États-Unis, en 1926 en Afrique du Sud et à Sumatra, en 1930 en Australie, et dans d'autres contrées (3).

Mais encore faut-il savoir à quel virus nous avons affaire.

Car des nécroses foliaires d'aspect analogue ont comme agents des virus différents, citons le virus spécifique du « *ring spot* » du tabac, le *virus* X de la pomme de terre, et dans certains cas un virus de mosaïque ordinaire. La spécificité de ces virus est indiscutable et indépendante de la plante hôte.

Voici quelques indications sur ces différents virus dans leurs rapports avec les nécroses foliaires du Tabac.

En 1922, FROMME et WINGARD donnèrent le nom de « *Ring spot* » à une affection du Tabac qu'ils décrivirent alors. (4)

Toute une série de travaux furent publiés dans la suite, au sujet de cette maladie. Citons entre autres, ceux de FROMME, WINGARD et PRIODE (5), et un autre de WINGARD (6) sur le ring spot aux États-Unis.

Les principaux points intéressants sont les suivants :

Il est définitivement acquis qu'il s'agit d'une maladie infectieuse du Tabac.

(1) *Manual of Bacterial Plant Pathogens. C. Ellioth.* 1930. Londres. Ballière, Tindall et Cox.

(2) MES, M. G. *Phytopath. Zeitschr.* 1930, Bd 2, p. 297.

(3) R. G. HENDERSON. *Journ. of Agric. Res.* 1931. Vol. 43, N° 3, p. 191.

(4) *Paper N° 69 from the Department of Botany and Plant Pathology.* Virginia Agricultural Experiment Station.

(5) FROMME, WINGARD & PRIODE. *Ring spot of Tobacco.* Phytop. 17, 1927.

(6) S. A. WINGARD. *Journ. of Agric. Res.* Vol. 37, N° 3, 1928.

Le % des plants atteints est très variable et peut atteindre 90 % du total Toutes les variétés paraissent également sensibles. Le mode de transmission sur le champ est peu connu. De nombreuses plantes sauvages sont susceptibles d'infection : *Chénopodiacées, Compositacées, Convolvulacées, Crucifères, Cucurbitacées,* etc.

La maladie se trouverait naturellement répandue chez *Verbesina alternifolia et Melilotus albus.*

L'infection pourrait être masquée, en fin de saison, p. ex. ou en serre, où l'on aurait constaté des « masking » durant plus d'un an. Certains artifices permettraient alors d'extérioriser les symptômes : séjour en atmosphère humide, section des feuilles.

Les feuilles moyennes seraient les plus sensibles à l'infection.

La résistance du virus à la dessiccation est très faible.

L'extrait de plantes malades perdrait rapidement son caractère infectieux.

La maladie serait transmissible par les graines. Mais dans le cas des expériences faites dans le Kentucky (1) il semble s'agir du ring spot provenant d'une infection du tabac par le Virus X de K. Smith, dont il sera question plus loin.

La transmission par graines est d'ailleurs niée par Henderson, qui a fait des essais sur 64.500 plantules. Par contre, la transmission par les graines de *Petunia* aurait été réalisée expérimentalement.

Des essais d'inoculation à la pomme de terre ont montré que certaines variétés étaient sensibles *(Early Rose, Bliss Triumph)*, alors que d'autres ne réagissaient pas (*Irish Cobbler, Dakota*, etc.). Ces faits expliquent les résultats contradictoires obtenus par divers auteurs, au sujet de la transmission à la pomme de terre. Il est d'ailleurs difficile de préciser si dans certains cas, i s'agissait du virus propre au Tabac ou s'il s'agissait d'un virus du type X de la pomme de terre.

Ghimpu a décrit en 1932, (2) les divers cas de viroses observés en Roumanie. Il distingue 4 formes de *ring spot*, sans caractères intermédiaires. Toutes les variétés seraient sensibles sauf une *(Molovata)*. Encore est-il possible qu'il s'agisse d'un « masking » Ghimpu pense que la nécrose périnervienne et certains autres leaf spots sont dus au même virus.

Observons en passant que chez nous, le ring spot et la nécrose périnervienne se trouvent souvent associées sur le même plant. La forme de *ring spot* la plus commune chez nous ressemble, à en juger par les clichés, à la forme II de Ghimpu. Nous avons d'autre part obtenu facilement sa forme III, par passage sur tabac du virus X de la pomme de terre (Var. Industrie), mais nous n'avons jamais observé cette forme dans les cultures.

La nécrose foliaire peut avoir comme seconde cause le *virus X* de K. Smith, ou l'un de ses biotypes. C'est ce virus X que Johnson a appelé le « *healthy*

(1) R. A. M. 10, p. 85, 1931.

(2) V. Ghimpu. *Bolile cu Virus ale Tutunului.* Buletinul cultivarei si fermentarei tutunului. Vol. XXXI, n° 2, 1932.

potato virus », que JOHNSON et K. SMITH appellent encore le « *Tobacco ring spot* », que HAMILTON appelle le HY IV, et QUANJER le virus de l'*Acronécrose*. (1)

Ce virus, latent chez plusieurs variétés de pommes de terre, *(Eerstelling* et *Magdeburger Blauwe* entre autres), provoque une mosaïque internervienne chez d'autres variétés, avec une nécrose plus ou moins marquée du phloème interne et des tissus adjacents.

Or ce virus, ou ses biotypes, transmis au Tabac, donnent un ring spot bien défini, une nécrose périnervienne, un leaf spot irrégulier, soit un simple mottling.

Nous avons, confirmant en celà les essais de HAMILTON, (2) déterminé avec GRATIA un virus de *Hyoscyamus niger*, de même nature.

Selon K. L. KOCH, (3) le mélange des deux virus constituant la « rugose mosaic » de la pomme de terre, donnerait un leaf spot. Ces deux virus seraient en l'occurrence les virus X et Y de K. SMITH.

Comme troisième hypothèse il pouvait arriver que, sur des feuilles âgées, des formes de leaf spots ou même de ring spots, soient dues à un virus de mosaïque ordinaire du tabac agissant dans certaines conditions. Nous en avons eu des exemples en serre.

Nous avons d'ailleurs, en collaboration avec GRATIA, établi la différenciation sérologique entre ces dernières nécroses et celles provoquées par le virus X.

Enfin, comme dernière hypothèse, les symptômes observés, ou du moins certains d'entre eux, pouvaient être causés par des complexes auxquels appartiendraient éventuellement un ou plusieurs des virus cités. Notons que les symptômes observés dans les cultures belges ne semblent correspondre en aucun cas à la maladie obtenue expérimentalement par QUANJER, au moyen du complexe résultant du mélange du virus X de K. SMITH à un virus de mosaïque ordinaire du Tabac (*Strichelnekrose*). (4)

Nous étions donc placé devant plusieurs hypothèses : virus autonome, virus X de K. SMITH, forme de mosaïque ordinaire, ou complexe. Ne disposant pas, en fin de saison, du matériel nécessaire à des essais de transmission expérimentale des divers types rencontrés dans la vallée de la Semois, nous avons employé la méthode sérologique, qui nous a donné, à GRATIA et à moi-même, d'excellents résultats dans la différenciation des virus de la mosaïque du Tabac, des virus X et Y de la pomme de terre, et dans l'analyse des complexes (5). Disons en passant que la méthode sérologique est employée depuis quelque temps déjà, dans l'étude des ultravirus phytopathogènes. (Travaux de PURDY-BEALE, de MATSUMOTO et SOMAZAWA, de SIEBERSCHMIDT) Mais nous avons été

(1) K. M. SMITH. *Recent advances in the Study of Plant Viruses*. London. J. & A. Churchill, 1933.

(2) HAMILTON, M. A. *Annn. appl. Biol.* XIX, nº 4, 1932.

(3) KARL LEE KOCH. *Phytopath.* Vol. 23, Nº 4, 1933.

(4) H. M. QUANJER. *Phytop. Zeitschr.* VI, 4.

(5) Extrait des *Comptes rendus des Séances de la Soc. de Biologie*. Société Belge de Biologie. A. GRATIA. Séances des 28 Octobre 1933, 25 Novembre 1933, 16 Décembre 1933, 10 Février 1934. A. GRATIA et P. MANIL. Séance du 29 Septembre 1934.

les premiers, semble-t-il, à identifier sérologiquement sur tabac et sur pommes de terre, le virus X, et sur tabac, le complexe virus X + mosaïque ordinaire.

Nous n'avons pas, jusque maintenant, préparé de sérum contre le ring spot spécifique. Ce virus est spécifiquement antigénique, ainsi que l'a démontré BIRKELAND (1).

Nous nous sommes servis, comme antigènes, pour les floculations, de jus de broyage de feuilles fraîches, prélevées sur onze plantes malades, désignées par les lettres de A à K, et dont l'aspect clinique est décrit ci-dessous.

A. — Plant de 19 feuilles. Taches nécrotiques blanches sur les 7 premières feuilles (en commençant par la base). Taches isolées, réparties assez régulièrement sur toutes les feuilles. Diamètre maximum : 3 mm.

Ni chlorose ni déformation des feuilles supérieures.

B. — Plant de 21 feuilles. Taches nécrotiques blanches sur les 17 premières feuilles. Taches très petites, isolées, réparties régulièrement, mais plus nombreuses sur les feuilles les plus âgées.

Diamètre maximum : 2 mm.

Ni chlorose ni déformation des feuilles supérieures.

C. — Plant de 18 feuilles. Taches nécrotiques blanches sur les 10^{e}, 11^{e} et 12^{e} feuilles. Taches disposées en traînées plus ou moins bien définies. Quelques anneaux visibles. Diamètre maximum des taches isolées : 4 mm.

Pas de chlorose ni de déformation des feuilles supérieures.

D. — Plant de 19 feuilles. Taches nécrotiques blanches sur les quatre dernières feuilles. Taches assez espacées, isolées les unes des autres, ne présentant ni anneaux ni traînées. Diamètre maximum : 10 mm.

Chlorose légère des feuilles supérieures.

E. — Plant de 23 feuilles. Taches nécrotiques blanches sur les 8 dernières feuilles. Taches isolées, mais groupées en traînées peu précises. Les deux plus jeunes feuilles sont tachées unilatéralement, et présentent sur la partie indemne, une mosaïque diffuse.

Diamètre maximum des taches : 7 mm.

F. — Plant de 22 feuilles. Taches nécrotiques blanches sur toutes les feuilles sauf les trois premières.

Taches espacées, ou en traînées, ou en anneaux. Anneaux simples très visibles sur les 18^{e} et 19^{e} feuilles. Nécrose périnervienne sur les deux plus jeunes.

Diamètre maximum de taches isolées : 5 mm.

Chlorose légère sans déformation, des feuilles supérieures.

G. — Plant de 22 feuilles. Taches sur toutes les feuilles sauf sur les quatre premières. Taches petites, en traînées à 1-2 mm des nervures secondaires.

Diamètre maximum des taches : 1,5 mm.

Aucune chlorose des feuilles supérieures.

H. — Plant de 24 feuilles. Taches sur les 5 dernières feuilles, isolées sur les 20^{e} et 21^{e}, en traînées continues sur les autres.

(1) BIRKELAND, J. M. *The Botanical Gazette*, vol. XCV, N° 3, 1933.

Diamètre maximum des taches : 2,5 mm.

Chlorose nette et déformation des 3 feuilles supérieures.

I. — Plant de 19 feuilles. Taches sur les 4 feuilles supérieures. Taches de forme irrégulière, réparties uniformément. Présence souvent, à côté d'une grande tache, de taches beaucoup plus petites. Ni chlorose, ni déformation.

Diamètre maximum des taches : 7 mm.

J. — Plant de 20 feuilles. Taches sur les 7 premières feuilles. Taches de forme irrégulière, et réparties irrégulièrement. Tendance à former des traînées.

Diamètre maximum des taches : 5 mm.

Ni chlorose, ni déformation des feuilles supérieures.

K. — Plant de 25 feuilles. Les 15 premières feuilles sont tachées. Ring spot simple, bien caractérisé, des 9e, 10e et 12e feuilles. Taches isolées partout ailleurs.

Taches isolées, petites, brunes, sur les plus jeunes feuilles. Mosaïque internervienne assez imprécise des feuilles supérieures.

Diam. maximum des taches : 5 mm.

* * *

Nous disposions, grâce à l'obligeance de M. Gratia, des sérums suivants :

a) *sérum anti tabac normal* (TN).

b) *sérum anti mosaïque tabac* (TM).

c) *sérum anti virus X, passé sur tabac* (TX).

d) *sérum anti virus X, latent chez la variété de pomme de terre Eerstelling ou Duke of York* (EX).

Le tableau ci-dessous expose les résultats obtenus.

Le nombre de + indique l'intensité de la floculation. (1)

Sérums	Antigènes												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	N	M
TN	±	—	—	—	—	±	—	—	—	—	—	±	—
TM	±	—	+++	+++	—	±	—	—	—	—	+++	±	+++
TX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	±	—
EX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Les lectures ont eu lieu après une heure et demie de séjour des tubes à l'étuve à 37°. Chaque tube contenait 7 gouttes de sérum et 7 gouttes de la suspension obtenue en broyant 1 gr. de feuille avec 6 cc d'eau physiologique, puis en centrifugeant 10 minutes à 2.000 tours.

Nous avons pris, comme témoins, du jus de tabac normal (N) et du jus de tabac présentant les symptômes de la mosaïque ordinaire (M).

(1) Nous avons indiqué arbitrairement par +++ l'intensité de la floculation témoin, du sérum TM avec l'extrait de la plante M.

Les extraits des plantes C, D et K ont réagi positivement, avec le sérum TM. L'intensité de la floculation était la même que pour la plante M témoin.

Les extraits des plantes A, F et N ont donné avec certains sérums une très légère floculation, en aucune façon comparable à la floculation spécifique d'un extrait de plante mosaïquée et du sérum correspondant.

* * *

Nous pouvons déduire de cet examen sérologique les conclusions suivantes :

1 — Les nécroses foliaires constatées ne sont dues, ni au virus X de Kenneth Smith, ni à un complexe où ce virus entrerait comme constituant ;

2 — Le virus de la mosaïque ordinaire du tabac, a été décelé dans trois cas, mais il ne nous est pas possible de dire si ce virus était seul, ou s'il faisait partie d'un complexe. Il est intéressant de remarquer que l'une des plantes donnant la réaction de la mosaïque ordinaire du tabac, ne manifestait, au moment où nous l'avons observée, aucun symptôme typique

3 — *Il existe donc en Belgique un ou plusieurs virus spécifiques provoquant des nécroses foliaires blanches sur le tabac.*

Il nous est impossible actuellement de préciser, si les formes graves sont dues à un degré de résistance plus faible de certains sujets, à des conditions plus favorables d'infection, à l'état plus ou moins virulent de l'élément infectieux, ou encore à la nature complexe éventuelle du virus en cause.

Malgré la constance et la précision des résultats donnés par la méthode sérologique, il est évident que ces essais préliminaires seraient très heureusement confirmés et complétés par une étude descriptive détaillée des symptômes provoqués expérimentalement par ce ou ces virus sur diverses plantes hôtes.

De Bladnecrosen van den Tabak in de Semoisvallei, gedurende 1934

door P. Manil.

Samenvatting. *

Vanaf de maand Juli werden talrijke gevallen van witte bladnecrosis waargenomen in de Semoisvallei.

Niettegenstaande het bestaan van tusschenstadien kunnen de symptomen zich herleiden tot drie typen.

Het aantal aantastingen is nagenoeg hetzelfde als in 1933.

Wat de natuur van deze ziekte betreft sluit de schrijver de hypothesissen van bakterische ziekte of voedselgebrek uit.

Hij bewijst door serologisch onderzoek evenmin te doen te hebben met virus X van K. Smith, overgegaan op Tabak, of met een komplex waarvan deze virus deel zou uitmaken.

In sommige gevallen werd het virus van gewoon tabakmosaiek waargenomen,

maar tot nu toe kon schrijver niet nader bepalen of men hier te doen had met een komplex dat mosaiek virus zou bevatten of met dit laatste alleen.

Er bestaat dus in Belgie een of meer specifieke virussen van bladnecrosis van Tabak.

Die Blattnekrosen der Tabakspflanzen, im Semoistale, im Jahre 1934

von P. Manil.

*Zusammenfassung.**

Von dem Monate Juli an wurden viele Fälle von weissen Blattnekrosen, an Tabakspflanzen, im Semoistale beobachtet.

Die symptomen dieser Nekrosen können trotz zahlreicher Variationen, zu drei Typen reduziert werden.

Die Anzahl der kranken Pflanzen ist beinahe dieselbe wie im Jahre 1933.

Die Hypothesen bakteriologischer Krankheit oder Nährstoffmangels werden vom Verfasser abgelehrt.

Durch serologische Untersuchungen hat Verfasser nachgewiesen, dass es sich weder um das X Virus von K. Smith, auf Tabak übergetragen, noch um eine Viramischung mit X Virus als Komponente, handelte.

In einigen Fällen wurde das klassische Tabaksmosaikvirus erkennt ; der Verfasser aber hat bisher noch nicht nachweisen können, ob es sich in diesen Fällen, um einem Komplexe oder um einem einzelnen Virus handelte.

Es gibt also in Belgien ein oder mehrere spezifische Vira der Blattnekrosen des Tabaks.

Foliar necrosis of Tobacco in the valley of the Semois in 1934

by P. Manil.

Summary.

From July forth, the writer observed a large number of cases of white foliar necrosis in the valley of the Semois.

Though numerous intermediary states were found, the symptoms may be connected to three types.

The number of cases is about the same as in 1933.

As to the nature of the disease, the writer, after confuting the hypothesis of a bacterial disease or a mineral deficiency, proves by serologic examination that it is no case of the X virus of K. Smith passed on Tobacco, or of a complex in which that virus would come as a constituent.

In some cases, the virus of common mosaic of Tobacco was detected, but so far, the writer has been unable to determine exactly whether, in this occurrence, the virus was unaccompanied or acting as a constituent of a complex.

The existence in Belgium of one or more specific viruses of foliar necrosis of Tobacco has thus been ascertained.

Appareil automatique pour l'alimentation en eau des vases de végétation. *

par G. DEMORTIER,

Assistant à la Station de chimie et de physique agricoles de l'Etat à Gembloux.

Quelques considérations sur l'alimentation en eau.

L'eau joue un rôle important dans la mise en solution des matières que la plante absorbera par son système radiculaire, le transport des éléments nutritifs dans le végétal et l'élaboration des substances souvent si complexes des cellules.

La quantité d'eau que le sol cultivé renferme est assez variable ; cependant quand cette quantité est supérieure à sa capacité minimum (pouvoir rétentif) les phénomènes biologiques par suite du manque d'air sont fortement entravés, l'acidité apparaît entraînant la disparition plus ou moins rapide des plantes de la grande culture qui cèdent la place aux plantes des terres dites « marécageuses » mieux adaptées au milieu.

Dans le sens opposé, les plantes végètent plus ou moins misérablement suivant le degré de sécheresse du sol.

Il existe donc une teneur en eau ou des teneurs limites entre lesquelles, pour chaque plante, l'eau agit le plus favorablement.

Ce point est très important pour les essais en vases où la quantité d'eau mise à la disposition de la plante devra être maintenue aussi constante que possible pendant la plus grande partie de la durée de la végétation.

Hellriegel (1), d'après de nombreuses recherches sur différentes plantes cultivées, a montré qu'en culture sur sable la teneur en eau peut varier entre 40 et 60% et même entre 30 et 70% du pouvoir rétentif sans que l'on puisse observer de différences appréciables dans les rendements. A 80% le rendement maximum n'est pas atteint et d'autre part, chez les céréales, le rapport grain : paille est influencé défavorablement.

* Mes remerciements à Monsieur le Directeur Professeur Meurice, qui m'a permis d'effectuer ces essais à la serre expérimentale.

Par contre, AD. MAYER (3) n'a pas obtenu, au delà de 80%, des différences notables et il semble bien que la nature de la fumure ne soit pas étrangère à ces discordances. Pour les céréales, le rendement en grains paraît plus élevé aux faibles teneurs en eau mais, dans l'ensemble, il ne faut pas considérer les fortes teneurs comme néfastes à la production du grain (Pfeiffer et ses collaborateurs (8) et (9).)

WOLLNY (10) admet comme optima les teneurs en eau suivantes :

pour les céréales et tubercules : 40-60 % du pouvoir rétentif ;

pour les fourrages permanents : 60-80 % du pouvoir rétentif ;

pour la plupart des autres cultures : 50-70 % du pouvoir rétentif.

Il est bon de signaler aussi que AD. MAYER dans une étude sur la fève des marais a obtenu une augmentation de rendement assez régulière sans observer de points d'inflexion pour des teneurs en eau allant jusqu'à 98% du pouvoir rétentif. (4)

Enfin, MITSCHERLICH E. A. (5 et 6) grâce à l'emploi de pots spéciaux, a toujours obtenu sur sol limoneux, sur sable ou sur sol de jardin, une augmentation progressive des rendements jusqu'à la limite du pouvoir rétentif des terres examinées.

PRINCIPAUX APPAREILS ET SYSTÈMES EN USAGE.

Pour maintenir aussi constant que possible le pourcentage d'eau dans les pots, l'appareil le plus utilisé actuellement est la balance. A la Station de chimie et de physique agricoles de Gembloux, nous employons une balance à curseur très simple et très commode (2).

De nombreuses stations de recherches utilisent d'autres balances à curseur montées sur chariot se déplaçant sous les vases de végétation suspendus par groupes de quatre au moyen de griffes à un pivot central ; on peut tarer les quatre pots sans changer la balance de place et, de ce fait, après chaque arrosage, les vases ont tourné de 90° par rapport à la position initiale. La lumière est ainsi plus régulièrement répartie.

La balance permet de donner aux plantes la quantité d'eau que l'on désire (depuis 40% jusqu'aux environs de 100% du pouvoir rétentif du sol). Mais pour que ces pesées journalières soient bien faites, il faut un personnel spécialisé et consciencieux. De plus, quel expérimentateur peut prétendre que pendant la période des fortes chaleurs la teneur en eau des vases n'a pas varié de 5%, 10% et même davantage ? Un homme, malgré toute sa bonne volonté, ne peut faire que le travail d'un homme et il ne peut peser et arroser en même temps plusieurs centaines de pots qui lui sont confiés. Les résultats peuvent être affectés d'erreurs probables très élevées ; parfois, ils deviennent inutilisables et même ces causes d'erreurs très fortes s'ajoutant durant plusieurs semaines ne peuvent-elles pas finalement engager le chercheur dans une voie incorrecte ?

W. S. MYBURGH (7) règle automatiquement l'arrivée d'eau en plaçant le pot sur une balance. Quand l'eau s'évapore, le plateau monte, provoquant l'arrosage

par l'intermédiaire d'un système de leviers ; lorsque la balance est ramenée au point initial de tarage, l'arrivée d'eau cesse. Malheureusement ce système est très coûteux car il nécessite l'emploi d'une balance par pot.

E. A. Mitscherlich supprime l'emploi de la balance grâce à des vases de végétation de forme spéciale : le fond, en forme de tronc de cône très évasé et renversé, est percé d'une large ouverture de 8 cm. de diamètre sur laquelle est posé simplement un disque un peu plus large. Ce couvercle retient les particules de terre, mais permet à l'eau en excès de s'écouler dans un récipient ad hoc sur lequel le pot est posé. Pour les essais effectués à 100% du pouvoir rétentif du sol, il suffit de verser l'eau à la partie supérieure du vase et de veiller à ce qu'il s'en écoule toujours par le bas ; cette eau est reprise et rentre dans le pot par le haut à l'arrosage suivant. Ces récipients peuvent rester pendant la période de végétation sur des supports fixes, donc peu coûteux, sans craindre que les pots ne soient « noyés » ou que des éléments nutritifs actifs entrés en solution ne soient perdus dans l'eau en excès. Après la période de pluies ceux-ci sont remis à la disposition de la plante au fur et à mesure des besoins.

L'ALIMENTATION AUTOMATIQUE SANS BALANCE

Description.

Le vase de végétation est traversé du haut en bas par une colonne A de morceaux de silex de 1 à 2 mm ; elle est entourée complètement par une couche de sable à gros grains (voir plus loin : remplissage des pots). En haut, un tube de verre de 5 à 10 cm. de long et 3 cm. de diamètre entoure cette colonne ; il dépasse le niveau du sol d'environ 1 cm.

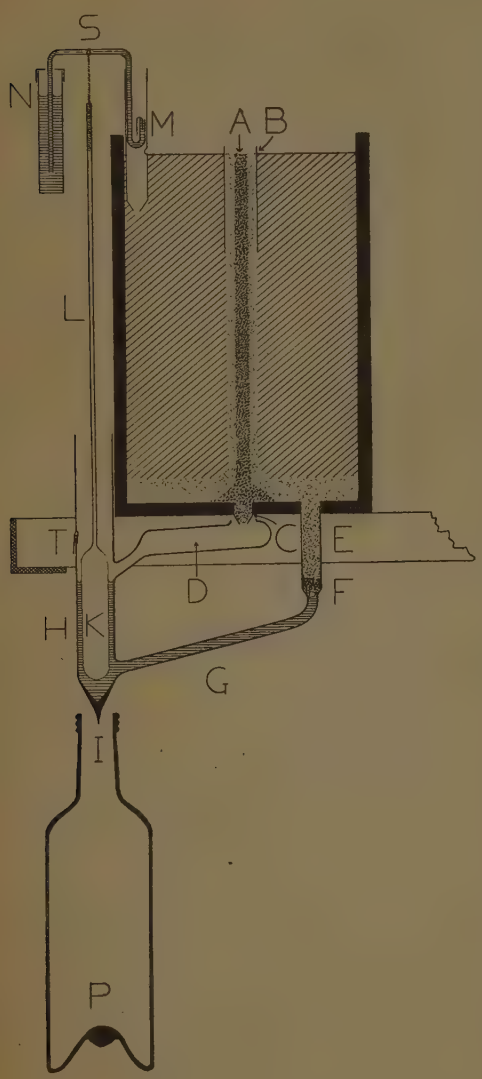
En bas, la colonne de gravier de silex s'évase autour du tube C qui permet l'égouttage de l'eau en excès dans le godet D.

Le tube C, très court, est étiré en cône à la base ; il est fixé solidement au fond du pot au moyen d'un bout de tuyau de caoutchouc ou avec un bouchon de liège percé ; la colonne de silex le traverse entièrement ; elle est arrêtée en bas par un morceau de silex plus gros fermant partiellement l'ouverture.

Le fond du vase de végétation est tapissé par une couche de sable à gros grains d'environ 2 cm. d'épaisseur ; elle entoure complètement le renflement de la colonne de gravier et est en communication directe avec le tube E qui contient du sable à la partie supérieure, puis en-dessous du gravier fin, enfin un morceau de gravier fermant en partie l'étranglement F.

Le tube G le relie au cylindre H dans lequel peut monter et descendre librement le flotteur K. Le fond du cylindre est fermé et se termine par la pointe I dirigeant l'écoulement de l'eau en excès dans le flacon P. Il est, lui aussi, fixé solidement au vase par un bout de caoutchouc comprimé entre le tube et les parois du trou du pot. Un bouchon de liège percé peut aussi remplacer le bout de caoutchouc.

En T est ménagée une ouverture située à un niveau légèrement inférieur à



l'extrémité du tube C. Un petit V, en verre plein, à cheval sur cet orifice, évite les irrégularités dans l'écoulement de l'eau en excès vers le flacon P.

Le flotteur K, en verre mince, se prolonge vers le haut par un tube fin dans lequel peut coulisser à frottement dur une torsade de fin fil de fer qui, à la partie supérieure, est fixé solidement par l'intermédiaire d'un bout de caoutchouc à un petit siphon S. Une des branches (à droite sur la figure) est recourbée à la partie inférieure pour éviter le désamorçage lorsque le flotteur monte ; elle suit les mouvements du flotteur dans le tube M, ouvert aux deux bouts et percé d'un trou au niveau du sol. Pour éviter les à-coups éventuels dans l'écoulement, un petit fil de verre plein, plié en V, est posé à cheval sur l'orifice de sortie. L'autre extrémité du siphon plonge dans la nochère N, par laquelle arrive l'eau d'alimentation. Le niveau y est maintenu constant soit par flotteur, soit à l'aide d'un flacon de Mariotte.

Fonctionnement.

Aux semailles ou au repiquage des plantules ou des jeunes plants, le sol doit renfermer environ 40% du pouvoir rétentif pour l'eau. Cette eau est introduite dans le pot au moyen d'un arrosoir sous forme de pluie fine. Au fur et à mesure

du développement, on augmente la teneur en eau pour atteindre, dans le cas qui nous occupe, les 100% du pouvoir rétentif.

Pour comprendre le fonctionnement, supposons que le pot reçoive précisément une certaine quantité d'eau par le siphon S. Elle va s'infiltrer vers le bas, combler les vides créés par l'évaporation et arriver dans la couche de sable du fond. Lorsque cette couche sera saturée, elle filtrera au travers du gravier et s'égouttera en C dans le godet D. De ce fait, le niveau monte en H et le flotteur entraîne dans son ascension le siphon S. Bientôt le niveau de sortie de l'eau en M atteint celui de N et l'arrivée de liquide cesse. L'égouttage continue encore pendant quelques instants et, après la chute de la dernière goutte, le liquide occupe une partie de D.

La plante enlève continuellement de l'eau au sol ; celle de la couche de sable du fond et des couches de terre voisines est remplacée presqu'immédiatement grâce aux phénomènes capillaires par le liquide contenu dans EFGH. Ce départ d'eau en H provoque la descente du flotteur et du siphon ; quand le niveau de M devient inférieur à celui de N, l'eau arrive par S et le cycle recommence.

En cas de pluie forte ou prolongée et si les pots ne sont pas placés sous toit, l'eau peut atteindre le niveau de T et s'écouler alors le long de la paroi extérieure de H pour tomber finalement en P. Lorsque le beau temps réapparaît, il suffit de maintenir le siphon dans sa position supérieure (pour éviter le siphonnage) au moyen d'un petit blochet posé sur N et de verser par le haut le liquide de P afin de remettre ces éléments nutritifs à la disposition de la plante. Quand ce but est atteint, il suffit de retirer le blochet et le cycle normal peut se poursuivre.

Remarques. 1) La colonne de gravier donne une très bonne aération du pot.

2) Le tube B empêche l'entraînement éventuel de particules de terre ou de sable qui pourraient boucher plus ou moins cette colonne d'aération. De plus, le tube ne dépassant que de quelques millimètres le niveau du sol, si la filtration est difficile (terres collantes, alcalines, etc.) l'eau passant par le seuil supérieur de B arrivera aisément et rapidement au flotteur K et l'arrivée d'eau cessera. On peut ainsi éviter, dans ces cas spéciaux, une stagnation trop prolongée de l'eau à la surface du sol.

3) L'eau de DHGFE contenant des éléments solubles n'y séjourne que quelques heures pendant la belle saison car à chaque siphonnage un certain volume d'eau filtrée chasse devant lui un égal volume d'eau tombée précédemment ; cette eau est remise à la disposition de la plante par capillarité à travers le tube E.

Remplissage des pots.

Les trous devant livrer passage aux tubes C et E sont fermés provisoirement à l'aide de petits bouchons en liège.

Comme dans la technique habituelle, on verse en 2 fois la quantité pesée de terre sur laquelle portera l'expérience si l'on introduit la fumure dans toute

l'épaisseur du pot ; ou bien la moitié si les engrais sont incorporés dans la partie supérieure seulement. On y pipette les éléments solubles et les flacons contenant les substances solides sont placés sur leurs pots respectifs, exactement comme pour la technique ordinaire.

Quand le moment du mélange est arrivé, le contenu du pot est versé dans le mélangeur. Pendant que cette opération s'effectue, on enlève les deux bouchons ; celui du centre est remplacé par le tube C, renfermant le gros morceau de silex et le gravier et l'autre par le système EFGHD dans lequel on a placé en F un morceau de silex puis le gravier et enfin le sable. Le cylindre H est fixé solidement au vase par un étrier en fer ; entre le fer et le verre et entre le verre et le vase, on interpose une lamelle de caoutchouc (morceau de chambre à air usagée de vélo, moto ou d'auto) afin d'assurer une bonne adhérence et d'éviter le bris du verre.

Le pot est alors posé sur le support formé d'une série de poutrelles ou de planches solides laissant entre elles un espace suffisant pour le passage des appareils en verre et pour observer les distances requises entre les vases.

Une croisée en solide fil de fer est posée sur le pot ; au centre, un anneau en fer permet le passage de 2 tubes concentriques en verre. Il faut avoir soin de placer le tube central dans le prolongement de C. On verse dans ce tube, 50 cc. de gravier bien sec que l'on laisse s'étaler sur le fond en soulevant légèrement les deux tubes. On continue alors à verser du gravier dans le tube central jusqu'à ce que le niveau soit un peu supérieur au dessus du vase. Dans le tube extérieur on verse du sable grossier bien sec. On répartit uniformément sur le fond un litre de sable en veillant à ce qu'il recouvre bien le petit monticule de gravier.

La technique habituelle recommence ici : on verse dans le pot soit la moitié du volume du sol sans engrais puis l'autre moitié mélangée à la fumure, soit la quantité totale à laquelle les éléments nutritifs viennent d'être incorporés.

On retire la croisée soulève lentement et en même temps les deux tubes en tapottant légèrement. Si les niveaux du gravier et du sable paraissent être inférieurs à celui de la terre dans le pot, il suffit d'ajouter de ces matières par le haut des tubes. Après quelques essais on peut connaître exactement le volume de gravier et de sable à introduire dans l'axe du pot. On plante enfin le tube protégeant la partie supérieure de la colonne de gravier et le vase est prêt pour le semis ou le repiquage.

Si le pot doit recevoir une seule plante, au centre, on peut incliner plus ou moins la colonne de gravier ou bien la placer excentriquement, c'est-à-dire que, dans ce cas, les tubes C et E sont inversés ; le cylindre H occupe sur le pot une position diamétralement opposée et les tubes D et G sont plus courts. On peut aussi supprimer la colonne de gravier et ne conserver que le renflement en C ; on place alors dans chaque coin pour les vases à section carrée ou suivant plusieurs positions symétriques par rapport à l'axe central pour les pots cylindriques, un tube en verre de 15 mm. de diamètre, maintenu aux parois par une petite griffe en fil de fer ; on y verse du sable grossier bien sec et lorsque le pot est rempli, on retire ces tubes très facilement.

Réglage.

Il importe tout d'abord que les pots soient placés sur un support aussi horizontal que possible car la nochère d'alimentation sera dans un plan horizontal réglable facilement par le niveau de l'eau qu'elle contient. Il est vrai que nous disposons d'un système de réglage sur l'ensemble siphon-flotteur permettant de corriger les petites différences de niveau des divers vases.

Au début de la végétation les jeunes plantes reçoivent relativement peu d'eau. On augmente progressivement la quantité de liquide mise à la disposition de la plante.

Quand la végétation est suffisamment forte, les appareils automatiques pourront être mis en service : il suffit alors de verser de l'eau d'alimentation dans le cylindre H en évitant que des bulles d'air ne s'interposent en F, entre l'eau et le gravier ; si ce matelas d'air se forme, le mal est réparable car au bout de quelques jours il aura disparu.

Ce tube, une fois amorcé, restera rempli de liquide pendant toute la durée de la végétation

Le piston K est amené dans le cylindre H.

Supposons que le niveau de l'eau en H soit à ce moment à la base du tube de raccord de D et H ; nous amorçons le siphon S par un jet de pissette lancé en M, plaçons dans cette extrémité du siphon le petit V en verre et introduisons lentement la torsade de fin fil de fer en L. Quand le niveau de M sera légèrement plus bas que N, l'eau tombera goutte à goutte en M. Enfonçons encore la torsade d'environ 20 millimètres (notons que la différence de niveau entre le fond de D et le point inférieur de raccord de D et K est, par construction, d'environ 25 millimètres).

On laisse alors le siphon déverser le liquide dans le pot. Quand la capacité minimum pour l'eau sera atteinte, l'excès filtrera à travers D, fera monter le niveau en H et par l'ascension du flotteur et du siphon l'eau cessera de couler en M.

Remarque. Si le fond du pot est relativement sec, il est prudent de veiller à maintenir le niveau en H en y versant de l'eau : on évite ainsi un désamorçage éventuel de HGFE et un déversement d'eau en excès au-delà de la capacité de D. Toutefois, cette eau déversée dans la bouteille P ne trouble en rien la marche des opérations ; il suffit de la remettre dans le pot par le haut.

Protection contre la pluie.

La protection idéale contre les intempéries est un toit mobile.

Plus économiquement, on peut éviter un grand excès d'eau dans les pots lors des fortes pluies en les couvrant de plaques en zinc ou en tôle émaillée portant un certain nombre d'entailles longitudinales à bords relevés pour permettre le passage de la partie aérienne des végétaux. (Par exemple pour les céréales nous avons disposé les plantes sur 4 lignes à raison de 4 plantes par

ligne. Après le tallage, les plaques sont glissées entre les lignes et peuvent y rester jusqu'à la récolte). L'eau de pluie tombant dans les petites nochères formées par les bords relevés est drainée vers l'extérieur.

La protection contre le vent, les oiseaux, etc., reste la même que dans la technique habituelle.

Répartition uniforme de la lumière.

Pour permettre le déplacement des pots dans ce procédé, il suffit qu'autour d'un axe creux, solide, faisant corps avec le bâti tourne un cylindre métallique sur lequel sont fixés 2 plateaux. Celui du bas recevra les récipients pour recueillir l'eau en excès, l'autre, muni d'encoches spéciales, supportera les vases de végétation.

Un tube de verre en relation par le bas avec le niveau constant est logé dans l'axe du tube creux ; l'extrémité supérieure est fixée solidement au moyen d'un morceau de tube de caoutchouc pressé entre l'extérieur du tube et l'intérieur du goulot d'une bouteille à laquelle on a enlevé le fond. La nochère D est remplacée par des tubes en verre en forme de S allongé. Une branche du S plonge dans le liquide de la bouteille coupée, l'autre branche, dressée, amène l'eau au petit siphon S.

Par la rotation des pots, les tubes tournent dans le liquide de la bouteille-entonnoir qui reste immobile.

On peut faire tourner les pots d'un angle déterminé autant de fois qu'on le juge nécessaire ; ou bien, à chaque visite en vue de contrôler la marche des appareils (flotteur, siphon, liquide dans la bouteille) il suffit de faire tourner tout le système toujours dans le même sens et de faire ainsi défiler devant soi les différents vases d'un même support. Quand le dernier pot est devant l'opérateur chaque vase est déplacé d'un rang dans le sens inverse de la rotation. (Par exemple si le pivot supporte 4 pots, le système s'est déplacé de 90° par rapport à la position initiale).

Les différents supports peuvent aussi être manœuvrés tous en même temps grâce à l'emploi de roues dentées et de chaînes ou de poulies et de câbles. Les déplacements pourront se faire d'une manière intermittente par manivelle ou par moteur et même dans ce dernier cas le mouvement de rotation peut être lent et continu.

Quelques chiffres concernant le fonctionnement de l'appareil.

Voici à titre d'exemple quelques observations faites sur un des pots mis en expérience avec les appareils automatiques décrits ci-dessus. Le 12 juillet 1934 le pot de lin n° 20 a été retiré de la série et la nochère d'alimentation a été remplacée par un flacon de Mariotte. Grâce à un petit support spécial le vase a été placé sur balance pour permettre de suivre le bilan de l'eau dans le sol expérimenté. Les pesées ont été effectuées entre 6 heures et 21 heures.

Dimensions intérieures du pot : 20 cm. × 20 cm. ; hauteur : 30 cm.
Sol expérimenté : 6 kg. de limon dérivé de silurien.
6 kg. de sable bruxellien.

Le tableau suivant résume les observations faites pendant cette journée chaude et ensoleillée.

Poids immédiatement avant siphonnage Kg	Poids immédiatement après siphonnage Kg	Après égoutage volume en D (approximatif) cc	Resté dans le sol (approximatif) cc
21,620	21,730	30 cc	80 cc
21,610	21,745	40	95
21,620	21,740	30	90
21,620	21,735	40	75
21,630	21,740	40	70
21,620	21,730	30	80
21,610	21,740	40	90
21,620	21,735	40	75
21,630	21,730	30	70
		Total	725 cc

Volume évaporé (indiqué par le flacon de Mariotte) : 850 cc.

La différence entre les indications du flacon de Mariotte et les pesées correspond à l'eau évaporée au cours des siphonnages.

Le pot a donc été arrosé 9 fois au cours de cette belle journée d'été. Le départ de 80 gr. d'eau environ provoque le fonctionnement des appareils.

On se rend compte aisément que par un ou même 2 arrosages par jour, la teneur en eau des pots peut varier assez fortement.

BIBLIOGRAPHIE

1. Hellriegel. — *Grundlagen des Ackerbaus* (p. 545 et suivantes).
2. Grégoire Ach. — *Annuaire de la Station Agronomique* (Gembloux), 1912, p. 20.
3. Mayer, Ad. — *Journ. f. Landw.*, Bd. 46 (1898), p. 170.
4. Mayer Ad. — *Journ. f. Ladw.* Bd 46 (1898), p. 172.
5. Mitscherlich, E. A. — *Landw. Jb.* Bd 42, (1912), p. 703.
6. Mitscherlich, E. A. — *Landw. Jb.* Bd. 43, (1913), p. 661.
7. Myburgh, W. S. — *Z. f. Pflanzenern, usw.* A. 15, p. 1 (1930).
8. Pfeiffer, Blanck und Flugel. — *Landw. Versst.* Bd. 76 (1912), p. 226.
9. Pfeiffer, Blanck und Friske. — *Landw. Versst.* Bd. 82 (1913), p. 288.
10. Wollny. — *Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphysik.* Bd. 20 (1897-98), p. 70.

Toestel om de vegetatiepotten automatisch met water te voeden

door G. Demortier.

Samenvatting.

Het gebruikte toestel regelt automatisch het watergehalte van den grond tot aan de grens van zijn waterhoudend vermogen (minimum watercapaciteit). Het vereischt geen balans en de glazen toestellen kunnen zeer gemakkelijk en met weinig kosten vervaardigd worden.

De bodem van het vat is doorboord met twee gaten, waarvan het eene in verbinding is met een kolom van fijn kiezelzand, die door gansch den pot gaat en hem alzoo een maximum luchting verzekert; het andere dat gedeeltelijk zand bevat, staat in betrekking eenerzijds met den bodem van den pot, anderzijds met een buisje, waarin volgens de bewegingen van het water een drijver stijgt of daalt, terwijl hij met zich een kleinen hevel meesleept.

Wanneer de grond met water verzadigd is, zijpelt het overmatige water door het kiezelzand en valt in een schaaltje, dat het doet werken op den drijver, en derwijze den toevoer van water tegenhoudt.

Het verdampte water veroorzaakt door capillariteit het omhoogstijgen der vloeistof, die zich in de toestellen bevindt; het waterpeil zakt, evenals de drijver, en de voeding geschiedt opnieuw langs den hevel.

Het regelen van het toestel is zeer eenvoudig en gemakkelijk. De potten worden op een horizontalen steun geplaatst.

Het voedingswater wordt volgens de gewone methoden op bestendige hoogte gehouden (drijver, flesch van Mariotte).

De potten kunnen tegen den regen beschut worden hetzij door beweegbare daken, hetzij, en dit is veel economischer, door middel van deksels, voorzien van boogwormige uitsnijdingen, waarvan het aantal verschilt volgens de gekweekte planten.

Men kan ze ook in groepen plaatsen op spillen, om een gelijkmatige verdeeling van het licht te bekomen, door voortdurend of tusschenpoozend ronddraaien.

Automatischer Apparat zur Speisung mit Wasser der Vegetationsgefässe

von G. Demortier.

Zusammenfassung.

Der benutzte Apparat regelt automatisch den Wassergehalt des Bodens bis an die Grenze seiner wasserfassenden Kraft (Minimum Wasserkapazittät). Er erfordert keine Waage und die Glasapparate können sehr leicht und mit geringen Kosten verfertigt werden.

Der Boden des Gefäszes ist mit zwei Löchern durchbohrt, von denen eines in Verbindung steht mit einer Säule von feinen Kies, die durch das ganze Gefäsz hindurch geht, und demselben also eine Maximallüftung zusichert; das andere Lock das zum Teil Sand enthält, steht in Verbindung auf der einen seite mit dem Boden des Gefäszes, auf der anderen mit einem Rohr, worin je nach den Bewegungen

des Wassers ein Schwimmer steigt oder sinkt, indem er einen kleinen Heber nach sich zieht.

Wenn der Boden mit Wasser gesättigt ist, sickert das Ubermasz durch den Kies und fällt in ein Näpfchen, wodurch es auf den Schwimmer wirkt und also die Wasserzufuhr abhält.

Das verdunstete Wasser macht durch Kapillarität die in den Apparaten enthaltene Flüssigkeit emporsteigen ; die Wasserhöhe sinkt, gleich wie der Schwimmer und die Speisung findet wieder durch den Heber statt.

Das Regeln des Apparats ist sehr einfach und leicht.

Die Gefäsze werden auf eine waagerechte Stütze gestellt.

Das Speisungswasser wird durch das übliche Verfahren auf bestandiger Höhe erhalten (Schwimmer, Mariotte's Flasche).

Die Gefäsze können vor dem Regen geschützt werden entweder durch bewegliche Dächer, oder, und zwar billiger, durch Deckel, die mit bogenförmigen Ausschnitten, deren zahl je nach den gezuchteten Pflanzen variiert, verselen sind.

Sie können auch gruppenweise auf Achsen gestellt werden, um, durch ununterbrochenes oder intermittierendes Drehen, eine gleichmäszige Verteilung des Lichtes zu erhalten.

An automatic apparatus for supplying water in culture pots

by G. Demortier.

Summary.

The apparatus used automatically regulates the moisture content of the soil at the limit of its moisture holding capacity (minimum capacity for water). It requires no balance and the glass-work can be constructed without difficulty and at little expense.

Two holes are made in the bottom of the pot. One hole is located at the foot of a column of gravel that goes right through the pot and secures a perfect aeration ; the other hole opens in a tube partly filled with sand, connected with another tube in which a float commanding the position of a small siphon, follows the variations of the water level.

When the soil is saturated, the excess of water filtering through the gravel, is collected in a small cup which is also connected with the float tube. The level rises and lifts up the float and siphon thus stopping the delivery of water.

Losses by evaporation cause the water contained in the apparatus to rise by capillarity ; the water level falls and brings down the float ; another water supply is admitted through the siphon.

The setting-up of the apparatus is very simple and very easy. The pots are placed on a horizontal shelf. The constant level of the feeding water is maintained by the usual devices (float, Mariotte's bottle).

The pots can be sheltered from the rain either by movable roofs or, more economically, by means of perforated covers with a variable number of holes according to the number of plants. They may also be grouped on revolving stands in order to secure a regular distribution of the light by uninterrupted or intermitting rotation.

Observations climatologiques [1]

par P. POSKIN,
Professeur de Chimie générale et de Physique
à l'Institut agronomique de l'État à Gembloux,
et R. BERCE,
Assistant à la Chaire de Chimie générale et de Physique.

ÉTÉ 1934.

(Juin, juillet, août).

Radiation solaire.

Insolation. — L'insolation a été surtout accentuée en juillet, notamment au cours de la première décade, durant laquelle le soleil a lui près de 14 heures pendant 7 jours consécutifs. Aussi l'insolation observée du 1 au 10 juillet a atteint 71 % du temps pendant lequel le soleil se trouve au-dessus de l'horizon.

Les mois de *juin* et d'*août* ont été moins ensoleillés ; les comparaisons entre les normales d'Uccle et les observations de ce poste indiquent un léger déficit d'insolation.

Les brouillards ont été rares (4 en juin, 3 en juillet, 4 en août).

Intensité de la radiation solaire totale. — La courbe d'intensité de la radiation totale a même allure que celle de l'insolation directe. Cependant, il faut noter que le rapport entre les deux valeurs a varié notablement selon la nébulosité, celle-ci favorisant, dans certaines conditions, la radiation diffuse.

La durée d'insolation a été sensiblement égale à celle de 1933 ; la radiation totale, exprimée en calories-grammes par centimètre carré, a été considérablement plus élevée (253 de moyenne quotidienne en 1933 ; 354 en 1934). Pour la journée du 10 juillet, la radiation totale a dépassé 600 calories-gr-cc^2 ; le 14 juillet, entre 10 et 11 heures, elle a atteint pendant une minute la valeur de 1 cal. 58.

(1) Pour la description et l'exposition des appareils utilisés, voir *Bulletin Institut agronomique et Stations de Recherches de Gembloux,* T. III, n° 1, p. 22.

Températures.

L'été a été chaud. Les températures moyennes mensuelles sous abri de chacun des trois mois sont plus élevées que les normales ; les maxima sont en fort excédent en juillet ; la faible nébulosité de juillet et août, et la sécheresse de l'air ont favorisé le rayonnement nocturne, provoquant ainsi des minima parfois assez frais.

Juin : La température a été fraîche pendant la première semaine, très chaude les 17, 18, 25 et 30, assez chaude le reste du mois.

Juillet : Il a fait chaud du 7 au 12, du 17 au 22 et le 30.

Août : Le mois a été chaud, sauf du 9 au 15 et du 28 au 30.

	Observations 1934 Températures moyennes	Normales (1888-1933) Températures moyennes
juillet 7-12	19°3	17°0
17-22	20°6	17°5

Eau atmosphérique.

Précipitations-État hygrométrique-Evaporation.

L'été a été très sec.

En *juin*, les précipitations se trouvent réparties au début et à la fin du mois et sont surtout renforcées par les pluies orageuses des 26 et 27. Juin 1934 compte parmi les mois les plus pluvieux de ce nom, dépassé seulement depuis 44 ans par ceux de 1897, 1916, 1905, 1891. Néanmoins, au milieu du mois, la sécheresse du sol retentissait déjà défavorablement sur la végétation.

Juillet se place parmi les plus secs de ce nom, dépassé seulement, depuis 1889, par juillet 1921 et 1911, pendant lesquels il est tombé respectivement 1 mm. et 15 mm. d'eau.

La sécheresse a persisté en *août*, mais de façon moins accentuée. L'été 1934 n'a pas comporté de période de sécheresse persistante, c'est-à-dire une période au cours de laquelle il ne tombe pas plus de 10 mm. pendant au moins 30 jours (1).

Les précipitations les plus copieuses ont été :

en juin, celle du	2,	avec 23,5 mm.	en 9 heures.
—	6,	— 22,6 mm.	— 11 —
—	27,	— 23,5 mm.	— 4 —
en août,	30,	— 15,6 mm.	— 3 h. 1/2.

(1) Le climat de Gembloux, R. Berce et G. Demortier, ce *Bulletin*, vol. III, t. 3, p. 218.

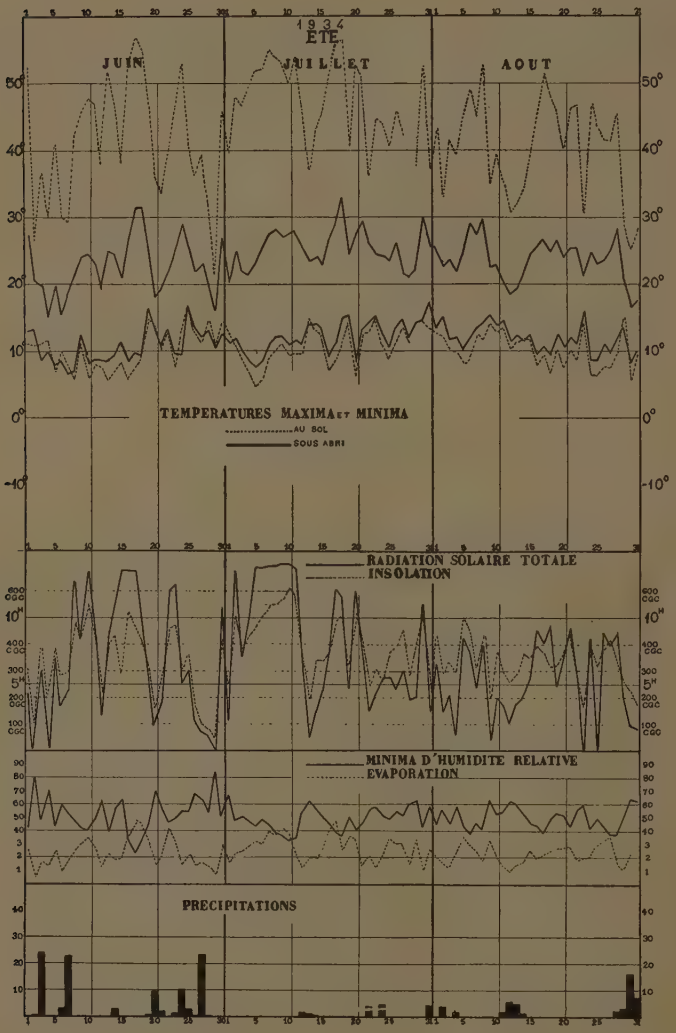
L'*humidité relative* a été faible au milieu du juin (23 % le 17) ; elle a été inférieure à 40 % : 6 fois en juillet, 4 fois en août.

L'*évaporation* a été forte pendant les périodes de notable insolation et de sécheresse atmosphérique.

	Juin	Juillet	Août	Été
Précipitations en mm.				
{ Observées	102,9	17,7	49,4	170,0
{ Moyen. 1890-1933	*60,0*	*76,0*	*72,0*	*208,0*
Durée de chute	40 h. 30	10 h. 15	25 h. 10	75 h. 55
Nombre de jours de précipitation.				
{ Observés	16	7	10	33
{ Moyen. 1890-1933	*14*	*15*	*15*	*44*
Évaporation (en cc[3])	68,8	84,4	69,3	222,5
Moyennes des minima de l'humidité relative %	53,8	49,0	50,2	51,3

Nous résumons ci-dessous les précipitations enregistrées depuis le début de l'année agricole 1933-34.

	Précipitations			Déficits accumulés
	Observées	Normales	±	
1933 novembre	53,9	62	— 8,1	— 8,1
décembre	6,5	68	— 61,5	— 69,6
1934 janvier	75,9	57	+ 18,9	— 50,7
février	5,9	42	— 36,1	— 86,8
mars	60,8	49	+ 11,8	— 75,0
avril	64,6	56	+ 8,6	— 66,4
mai	29,0	55	— 26,0	— 92,4
juin	102,9	60	+ 42,9	— 49,5
juillet	17,7	76	— 58,3	— 107,8
août	49,4	72	— 22,6	— 130,4
	466,6	597,0	— 130,4	


1934
ÉTÉ
JUIN
JUILLET
AOUT
TEMPERATURES MAXIMA ET MINIMA
AU SOL
SOUS ABRI
RADIATION SOLAIRE TOTALE
INSOLATION
MINIMA D'HUMIDITE RELATIVE
EVAPORATION
PRECIPITATIONS

TEMPÉRATURES	Juin			Juillet			Août			Eté		
	Maximum	minimum	$\frac{M+m}{2}$	Maximum	minimum	$\frac{M+m}{2}$	Maximum	minimum	$\frac{M+m}{2}$	Maximum	minimum	$\frac{M+m}{2}$
Normales à Gembloux (1890-1933) *sous abri*	21.0	9.7	15.4	23.1	11.4	17.3	22.4	11.4	16.9	22.1	10.8	16.5
Observations à Gembloux *sous abri*	22.7	10.7	16.7	25.4	12.2	18.8	23.7	11.8	17.8	24.0	11.6	17.8
Observations à Gembloux *au sol*	41.3	10.3	25.8	47.2	10.7	29.0	40.4	10.2	25.3	43.0	10.4	26.7
Maximum absolu sous abri	31.5 les 17 et 18			33.0 le 18			30.0 le 8			33.0 le 18/VII		
Minimum absolu sous abri	6.6 le 7			7.6 le 5			8.1 le 30			6.6 le 7/VI		
Maximum absolu au sol	57.0 le 17			56.5 le 18			53.0 le 8			57.0 le 17/VI		
Minimum absolu au sol	5.9 le 10			4.6 le 5			5.5 le 30			4.6 le 5/VII		

RADIATION SOLAIRE	Juin				Juillet				Août				Été
	1-10	11-20	21-30	mois	1-10	11-20	21-31	mois	1-10	11-20	21-31	mois	
Directe: H.observées	60	78 1/2	48 3/4	187 1/4	116	76 1/2	58	250 1/2	49	57	57 3/4	163 3/4	601 1/2
H.possibles	163	179	168	510	163	159	162	484	153	147	152	452	1446
%	37	44	29	37	71	48	36	52	32	39	38	36	41.6
Int. en cal. gr. cc²: Total enregistré par période	3410	3571	2702	9683	4813	3877	3852	12542	3602	3332	3420	10354	32579
Moyenne quotidien.	341	357	270	323	481	388	385	405	360	333	311	334	354

TABLEAU RÉCAPITULATIF.

Insolation (heures)	60	78 1/2	48 3/4	187 1/4	116	76 1/2	58	250 1/2	49	57	57 3/4	163 3/4	601 1/2
% de l'insol. possible	37	44	29	37	71	48	36	52	32	39	38	36	41.6
Moyenne quotidienne da la radiation totale (cal. gr. cc²)	341	357	270	323	481	388	385	405	360	333	311	334	354
Temp. moy. sous abri	15,1	17.5	17.4	16.7	17.6	19.4	19.4	18.8	19.1	17.4	16.9	17.8	17.8
Précipitations (mm.)	49.6	12.4	40.9	102.9	—	3.9	13.8	17.7	5.5	14.3	29.6	49.4	170.0
Evaporation (cc³)	20.1	27.4	21.3	68.8	29.5	28.2	26.7	84.4	23.8	19.4	26.1	69.3	222.5
Moyenne des min. de l'hum. relative	52.4	47.6	64.5	53.8	45.5	47.1	53.6	49.0	49.0	52.1	49.6	50.2	51.3

Informations diverses.

La Faculté des Sciences de l'Université libre de Bruxelles vient de décerner à M. le Professeur É. MARCHAL, le titre de *Docteur honoris causa*.

Bibliographie.

Livres reçus :

POSKIN A. — *Le Chêne pedonculé et le Chêne rouvre.* — Gembloux J. Duculot, éditeur, 1934. Un vol. in-8° (25,5 cm. × 16,5 cm.), 283 p., 54 fig., 1 carte en couleurs. (*Bibliothèque agronomique belge*), 50 fr.

Créée en 1924, sur l'initiative de quelques professeurs de l'Institut agronomique de l'état à Gembloux, la *Bibliothèque agronomique belge* (Encyclopédie agronomique et vétérinaire) ne pouvait mieux affirmer sa vitalité au cours de sa dixième année d'existence, qu'en inaugurant, par son 17e volume, un nouveau cycle d'études, celui des « Monographies forestières ».

Ce magistral ouvrage sur le *Chêne pédonculé et le Chêne rouvre* est dû à la plume très autorisée d'un spécialiste des choses de l'économie forestière. La *première* partie est consacrée à la morphologie de ces deux essences feuillues, si proches l'une de l'autre : l'A. envisage, successivement, les caractères généraux, les caractères distinctifs, la feuillaison et la défeuillaison, la fructification, la station, le tempérament, l'accroissement comparé, le bois. L'étude très poussée de cette différenciation repose presqu'entièrement sur les résultats d'une longue expérimentation personnelle.

Il en est de même de la *deuxième* partie, qui traite de la production des plants et du boisement ; qu'il s'agisse de la récolte, de la conservation, des propriétés germinatives des glands, de la production ou de la vie des jeunes plants en pépinière, ou encore du semis ou de la plantation de boisements, ainsi que des soins à donner aux jeunes peuplements, tous ces chapitres sont traités avec les détails les plus circonstanciés.

Dans une *troisième* partie, elle aussi achevée avec le plus grand soin, l'A. étudie le traitement des peuplements du pédonculé et du rouvre ; si ces données s'appliquent particulièrement aux conditions belges, leur étude a été tellement fouillée que les forestiers de tous les pays liront certainement ces chapitres avec le plus grand intérêt ; n'oublions pas d'ailleurs que l'A. y a consigné la multitude des ob-

servations recueillies au cours de deux voyages effectués en France et en Yougoslavie. Cette longue étude, qui comporte, à elle seule, plus de 160 pages, se termine par la description des diverses futaies de chêne, des taillis-sous-futaie et des taillis en conversion existant en Belgique, dans les régions jurassique, calcareuse, schisto-calcareuse, limoneuse et sablonneuse ; l'A., au cours de cette revue, s'est attaché à tirer de cet ensemble de constatations, des conclusions du plus haut intérêt concernant le choix des essences, le régime et le mode de traitement. V. L.

LIÉGEOIS, F. — *Précis de droit vétérinaire.* — Gembloux, Duculot, 1934, in-8°, 331 p. — (*Encyclopédie agronomique et vétérinaire*).

La profession vétérinaire revêt souvent un aspect juridique qui implique la connaissance d'un ensemble de règles éparses dans les divers codes, les lois, les arrêtés ; ces règles, à l'exclusion de celles qui ont trait à la police sanitaire et à l'expertise des viandes, ont été groupées sous forme de précis de Droit vétérinaire, qui se divise en quatre parties.

En guise d'introduction et afin de s'initier au vocabulaire spécial des juristes, le lecteur trouvera d'abord un exposé des *notions élémentaires de droit* ayant trait à l'organisation judiciaire, à la procédure dans ce qu'elle a d'essentiel et notamment en ce qui concerne les expertises.

La *médecine légale vétérinaire* comprend l'étude générale des responsabilités civile et pénale ; l'auteur insiste à dessein sur les responsabilités professionnelles et spécialement sur celles du médecin vétérinaire, car il est bon que celui-ci soit conscient de ses devoirs et de ses droits afin qu'il puisse se prémunir contre les risques professionnels et se défendre contre les atteintes au libre exercice de sa profession. Ce chapitre se termine par un exposé des principales matières d'expertise en médecine légale.

Les dispositions qui ont trait à la *législation commerciale* sont groupées de telle façon qu'il est facile de se retrouver dans le dédale des lois et arrêtés qui se rapportent aux transactions ayant pour objet les animaux. L'auteur envisage avant tout la doctrine, tout en recherchant, chez les auteurs qualifiés et dans les jurisprudences belge et française, les opinions qui tendent à prévaloir dans les principaux cas d'espèce. Il étudie ensuite les vices rédhibitoires sous l'angle médico-légal en exposant les éléments qui permettront à l'expert de conclure.

Le dernier chapitre est consacré à la *législation professionnelle*, c'est-à-dire d'une part à l'ensemble des dispositions légales qui régissent aujourd'hui l'enseignement ainsi que l'exercice de la médecine et de la pharmacie vétérinaires, d'autre part aux statuts des médecins vétérinaires fonctionnaires.

Le lecteur trouvera à la fin de l'ouvrage les modèles des pièces qu'il peut être appelé à rédiger.

Ce livre, comprenant l'étude coordonnée des documents législatifs et leur adaptation aux enseignements de la jurisprudence ainsi qu'aux données les plus récentes de la science, sera consulté avec fruit par tous ceux qui ont intérêt à connaître les relations entre la médecine vétérinaire et le droit ; il leur évitera des compilations toujours fastidieuses et parfois incomplètes.

L'ouvrage est remarquable par sa clarté et sa concision. Il est écrit dans un style personnel qui caractérise avantageusement toutes les productions de notre distingué collègue. J. MARCQ.

LEONAM DE AZEREDO PENNA. — *A meteorologia, a solo e a planta* (La météorologie, le sol et la plante). Rio de Janeiro, Imprensa nacional, 1934. 80 p., fig. et planches.

L'écologie fait la conquête du monde. AZZI et son école de Pérouse ont trouvé, depuis plusieurs années, de nouveaux adeptes au Brésil, où l'Institut météorologique a transformé l'ancienne section de Météorologie agricole en section d'Écologie. Cette nouvelle section ne pouvait avoir de meilleur chef que l'ingénieur agronome Sr. L. de AZEREDO PENNA, ancien directeur de la Station agro-météorologique de Sete Lagoas (Minas Gerais).

C'est à cette station, en effet, que, depuis 1927, l'auteur de cet essai d'Écologie agricole a effectué les recherches personnelles qui lui ont servi de base de discussion.

Après avoir décrit l'organisation et défini le plan des travaux, l'auteur étudie le climat de la région et les répercussions des éléments météorologiques sur les périodes critiques des plantes cultivées et notamment sur le coton ; il en déduit, entre autres, les périodes idéales du semis et les améliorations à réaliser au cours de la culture.

Des essais écologiques, semblables à celui présenté par M. de AZEREDO PENNA, prouvent à suffisance comment l'écologie peut aider l'agriculteur dans sa lutte pour les meilleurs rendements. R. B.

TABLE DES MATIÈRES

A la mémoire de S. M. Albert I^er 3
Hommage à S. M. Léopold III 7
BERCE, R. et DEMORTIER, G. — Le climat de Gembloux 209
BERCE, R. — Voir POSKIN, P. et BERCE, R. 10, 195, 293, 389
OUCKAERT, G. et DRICOT, C. — Comparaison entre les roues à bandages métalliques et les roues à pneumatiques dans les chariots agricoles .. 154
DELOS, A. — Le problème du blé : *Production, Prix de revient, Economie scientifique* 170
DEMORTIER, G. — Appareil automatique pour l'alimentation en eau des vases de végétation 378
— Voir BERCE, R. et DEMORTIER, G. 209
DEVUYST, A. — Voir MARCQ, J. et DEVUYST, A. 32
— Voir LEPOUTRE, L., MARCQ, J. et DEVUYST, A. 321
DRICOT, C. — Voir BOUCKAERT, G. et DRICOT, C. 154
JOURNÉE, C. et TILKIN, F. — Essais comparatifs de variétés de betteraves sucrières 107
LAROSE, E. — Froments de printemps et froments alternatifs en Belgique ... 249
LEPOUTRE, J., MARCQ, J. et DEVUYST, A. — Analyse biologique des rations . 321
MANIL, P. — Note sur les nécroses foliaires du tabac, dans les cultures de la vallée de la Semois ,en 1934 367
MARCHAL, É. — Observations et recherches effectuées à la Station de Phytopathologie de l'État, pendant l'année 1933 97
MARCQ, J. et DEVUYST, A. — Considérations d'ordre zoo-économique sur l'époque de la mise-bas en relation avec la production laitière et l'élevage, chez les bovins 32
— Voir LEPOUTRE, L., MARCQ, J. et DEVUYST, A. 321
MARTENS, P. — Voir MEURICE, R. et MARTENS, P. 305
MEURICE, R. — A propos de terminologie en matière de sol 201
MEURICE, R. et MARTENS, P. — Sur le dosage de l'humus soluble dans l'ammoniaque 305
PIRAUX, E. — Essais d'ensilage avec addition d'acide 239
— Contribution à l'étude de la fermentation lactique 345
POSKIN, P. et BERCE, R. — Observations climatologiques 10, 195, 293, 389
TILKIN, F. — Voir JOURNÉE, C. et TILKIN, F. 107
VAN DEN BRUEL, W. — L'infestation des serres par la teigne du Pêcher. *Anarsia lineatella* ZELLER 280
VERPLANCKE, G. — Étude comparative de pommes de terre d'origines diverses. (Résultats des expériences faites en 1933) 52
Informations diverses 92, 200, 298, 394
Bibliographie 92, 200, 298, 394

IMPRIMERIE J. DUCULOT, GEMBLOUX (BELGIQUE)